

Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen

Herausgeber: Prof. Dr. Albers-Schönberg

Ergänzungsband 22

Archiv und Atlas

der normalen und pathologischen Anatomie

in typischen Röntgenbildern

Die Rachitis im Röntgenbild

von

Prof. Dr. Eugen Fraenkel und Dr. Alexander Lorey

Mit 45 Röntgenbildern auf 12 Tafeln



Hamburg

Lucas Gräfe & Sillem

(Edmund Sillem)

1910





Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen

Herausgeber: Prof. Dr. Albers-Schönberg

Ergänzungsband 22

Archiv und Atlas

normalen und pathologischen Anatomie

in typischen Röntgenbildern

Die Rachitis im Röntgenbild

von

Prof. Dr. Eugen Fraenkel und Dr. Alexander Lorey

Mit 45 Röntgenbildern auf 12 Tafeln



The Library of



Class

~~B7105~~

Book

~~9477~~



Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen

Herausgeber: Prof. Dr. **Albers-Schönberg**

Ergänzungsband 22

Archiv und Atlas

der normalen und pathologischen Anatomie

in typischen Röntgenbildern

Die Rachitis im Röntgenbild

von

Prof. Dr. Eugen Fraenkel und Dr. Alexander Lorey

Mit 45 Röntgenbildern auf 12 Tafeln



Hamburg

Lucas Gräfe & Sillem

(Edmund Sillem)

1910

*J. P. Sedgwick
July 2, 1910 -
Minneapolis*

Aus dem pathologischen Institut und dem Röntgeninstitut der medizinischen
Abteilungen des Allgemeinen Krankenhauses zu Hamburg-Eppendorf.

Die Rachitis im Röntgenbild

von

Prof. Dr. Eugen Fraenkel und Dr. Alexander Lorey

Mit 45 Röntgenbildern auf 12 Tafeln



UNIVERSITY OF
MINNESOTA
LIBRARY

Hamburg

Lucas Gräfe & Sillem
(Edmund Sillem)

1910

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

B 610.5
g J 77e

Während die übrigen Erkrankungen des kindlichen Skelettsystems, der infantile Skorbut, die Osteochondritis syphilitica und die in das Gebiet der Knochenwachstumsstörungen gehörigen Affektionen, Osteogenesis imperfecta, Chondrodystrophia foetalis, Myxödem und Mongolismus bereits Gegenstand eingehender röntgenologischer Untersuchungen geworden sind, liegt bisher auffallenderweise über die häufigste am Knochensystem sich abspielende Erkrankung des ersten Kindesalters, die Rachitis, noch keine zusammenfassende Arbeit vor. Nur gewissermaßen beiläufig wurden die durch Rachitis im Röntgenbild hervorgerufenen Veränderungen von Köhler, Hochsinger, Reyher u. a. gestreift. Es hat dies wohl zum Teil seinen Grund darin, daß bis vor kurzem die exakte Darstellung der Knochen rachitischer Kinder auf Schwierigkeiten stieß. So konnte der eine von uns (F.) im Jahre 1905 auf der Tagung der Deutschen pathologischen Gesellschaft in Meran im Anschluß an eine Diskussionsbemerkung Siegerts¹⁾ mit Recht behaupten, daß es bisher noch nicht gelungen ist, irgendwelche Befunde, weder konstante noch typische zu erheben, welche eine sichere röntgenologische Diagnose des jeweiligen Stadiums der Rachitis gestatten. Schmorl schreibt noch im Jahre 1909 in Bd. IV der Ergebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde, daß die Versuche, vermittels der Röntgenstrahlen Aufklärung darüber zu erhalten, in welchem Stadium sich die Rachitis befindet, keine einwandfreien Resultate ergeben haben. Mittlerweile ist durch Vervollkommnung der Technik und durch Verbesserung des Instrumentariums, vor allem durch Einführung der Schnellaufnahmen, dieser Übelstand beseitigt. Man ist heutzutage imstande, Strukturbilder von Knochen rachitischer Kinder mit einer derartigen Schärfe anzufertigen, daß man bei der Betrachtung der Platten sich eine klare Vorstellung über die anatomischen Veränderungen bilden kann.

Es mag vielleicht a priori überflüssig erscheinen, sich mit Röntgenaufnahmen von rachitischen Kindern zu beschäftigen. Denn die klinische Diagnose der Rachitis wird wohl kaum einmal auf Schwierigkeiten stoßen. Um die Diagnose zu stellen, haben wir das Röntgenbild nicht nötig. Dagegen gestattet uns dasselbe fast ebensogut wie die anatomische Untersuchung zu erkennen, in welchem Stadium sich die Erkrankung befindet. Es gibt uns in klarer Weise Aufschluß über die Besserung oder Verschlimmerung des Prozesses, es lehrt uns, wie vollkommen und in welcher ungeahnt kurzer Zeit die Natur es zustande bringt, den schwer veränderten Knochen zur Norm umzubauen, so daß in günstig verlaufenden Fällen schließlich nicht mehr zu erkennen ist, daß derselbe Sitz eines pathologischen Befundes war. Jedoch nicht alle Fälle nehmen diesen günstigen Ausgang. Zuweilen bleiben auch als Folge des rachitischen Prozesses Deformitäten zurück. Hier kann uns das Röntgenbild sehr wertvolle Aufschlüsse geben, wir erinnern nur an die Veränderungen an dem der Palpation schwer zugänglichen Schenkelhals, die Coxa vara rachitica. Auch für unser therapeutisches Vorgehen

¹⁾ „Auch radioskopisch läßt sich das Schwinden der präparatorischen Verknöcherungszone, wie die reparatorische Zunahme derselben, speziell auch das Auftreten von Knochenherden mitten im gewucherten Epiphyseknorpel, selbst jenseits desselben, leicht nachweisen. Die Lokalisation im Radiogramm ist stets am deutlichsten im Zentrum, sowohl bei der beginnenden, wie ablaufenden Erkrankung. Jedenfalls beweisen die genannten Knocheninseln, im Verlauf einer Rachitis auftretend, Reparatur. Ich glaube in Schmorls Photographien eine Übereinstimmung mit dem radiographischen Befund zu sehen.“ Die Ausführungen Siegerts sind uns vollkommen unverständlich geblieben. Für seine Knocheninseln haben wir weder durch unsere anatomischen noch röntgenographischen Untersuchungen einen Anhaltspunkt finden können.

kann es unter Umständen von großem Nutzen sein, genaueren Aufschluß über die feinere Architektur des difformen Knochens zu erhalten. Letztere Veränderungen, die nach Ausheilung des eigentlichen rachitischen Prozesses zurückbleibenden Difformitäten, fallen nicht in den Rahmen der vorliegenden Arbeit. Sie werden nur kurz gestreift werden. Es kommt uns vor allen Dingen darauf an, zu zeigen, wie die floride Rachitis sich uns im Röntgenbild darbietet und wie sich die verschiedenen Stadien derselben bis zur vollendeten Heilung verfolgen lassen. Abgesehen davon, daß es für den Anatomen und den Röntgenologen eine sehr verlockende Aufgabe ist, die mannigfaltig wechselnden Bilder, die die Rachitis in den verschiedenen Stadien darbietet, auf der Platte festzuhalten, und so den Fortschritt der Heilung am Lebenden studieren zu können, ist deren Kenntnis auch wichtig, um eine klare Differentialdiagnose gegenüber den anderen Erkrankungen des kindlichen Skelettsystems, vor allem der Osteochondritis siphilitica und dem infantilen Skorbut stellen zu können, worauf schon Reyher hingewiesen hat.

Wir sind auch bei der vorliegenden Arbeit so vorgegangen, wie der eine von uns (F.) bei dem Studium der durch den kindlichen Skorbut gesetzten Veränderungen im Röntgenbild, daß wir zunächst unsere Untersuchungen an Leichen und an aus dem Zusammenhang gelösten Knochen angestellt haben, und erst dann dazu geschritten, unsere so gewonnenen Kenntnisse zur Beurteilung von vitalen Röntgenaufnahmen zu verwerten.

Technik der Aufnahmen.

Um eine klare Vorstellung der in jedem einzelnen Falle vorliegenden anatomischen Verhältnisse zu erlangen, sind absolut scharfe, feinste Struktur aufweisende Röntgenogramme unbedingte Voraussetzung. Dies stößt aber auf Schwierigkeiten. Denn eines der Hauptmerkmale des rachitischen Knochens ist seine sehr erhebliche Verminderung an Kalksalzen, also gerade der am meisten Schatten gebenden Substanzen. Dadurch wird eine geringere Differenzierbarkeit der Knochen gegenüber den sie umgebenden Weichteilen bedingt. So schreibt Gocht: „Bei rachitischen Kindern darf man, wenn man einigermaßen brauchbare Bilder erhalten will, nur ganz schwaches und möglichst differenzierend zeichnendes Licht anwenden, da der unvollkommene, kalkleere Knochen sich nur wenig gegenüber dem umgebenden Gewebe abhebt, ähnlich dem osteomalacischen. Besonders die Epiphysen bleiben abnorm lange durchsichtig und werfen einen minimalen Schatten auf dem Schirm und der Platte.“ Ein weiterer Übelstand ist der, dass man es ja mit ganz kleinen Kindern zu tun hat, die niemals, auch nur eine Sekunde lang, stillhalten, namentlich, wenn sie infolge der ungewohnten mit ihnen vorgenommenen Manipulationen unruhig sind. Wir haben uns dadurch geholfen, daß wir die betreffenden Extremitäten mit einer dünnen Mullbinde fest auf die Platte gebunden haben. Dadurch wurde eine für die meisten Fälle ausreichende Fixierung erzielt, und gleichzeitig gestattete die durch den Bindendruck hervorgerufene Anämie die Verwendung von weicheren Röhren. Als weiteres begünstigendes Moment kam hinzu, daß man mit den modernen Röntgenapparaten imstande ist, Aufnahmen mit wesentlich abgekürzter Expositionszeit anzufertigen. Unsere sämtlichen Aufnahmen sind mit dem Idealapparat von Reiniger, Gebbert & Schall hergestellt. Verwandt wurde zu fast sämtlichen Aufnahmen eine sehr weiche Gundelachröhre. Das Milliampèremeter im sekundären Stromkreis zeigte 35—40 Milliampère. Nur bei vereinzelt Aufnahmen von älteren Kindern waren etwas gasärmere Röhren erforderlich. Die Expositionszeit betrug $\frac{1}{2}$ —1 Sekunde bei Armaufnahmen, $1\frac{1}{2}$ —3 Sekunden für Aufnahmen von Unterschenkeln, 3—4 Sekunden bei solchen der Oberschenkel. Zu erwähnen wäre noch, daß es uns auch gelungen ist, die Knochenknorpelgrenze der Rippen im Röntgenbilde festzuhalten; man konnte auch auf diesen Aufnahmen erkennen, daß pathologische Veränderungen vorlagen. Infolge der Atmung waren die Bilder jedoch jedesmal unscharf, so daß sie sich differentialdiagnostisch nicht verwenden ließen. Wir zweifeln jedoch nicht daran, daß, wenn es möglich sein wird, die betreffenden Aufnahmen in einem kleinen Bruchteil einer Sekunde

anzufertigen, wir Bilder erhalten werden, die alle Feinheiten wiedergeben. Es wäre dies außerordentlich wichtig, denn gerade bei Rachitis und ganz besonders bei dem infantilen Skorbut, läßt die Knochenknorpelgrenze der Rippen bereits deutliche und charakteristische Veränderungen erkennen, zu einer Zeit, wo an den Extremitätenknochen noch vollkommen normale Verhältnisse vorliegen können.

Pathologische Anatomie.

Das Verständnis der Röntgenbilder rachitischer Knochen ist nur möglich auf dem Boden einer genauen Vorstellung von den sich bei der Rachitis am Skelett abspielenden Veränderungen. Es dürfte deshalb zweckmäßig erscheinen, hier einen kurzen Überblick über diese zu geben.

Das wesentlichste anatomische Charakteristikum des rachitischen, eine Erkrankung des Gesamtorganismus darstellenden, aber nur am Skelettsystem spezifische Läsionen hervorrufenden, Prozesses besteht in dem Auftreten eines im Übermaß gebildeten, als osteoide Substanz bezeichneten, während der Dauer der Erkrankung kalklos bleibenden Knorpel- und Knochengewebes.

Dieser Befund ist für die anatomische Diagnose der Rachitis der allein maßgebende und einzig konstante. Ihm gegenüber ist die, namentlich in früherer Zeit in diagnostischer Beziehung betonte Störung der endochondralen Ossifikation, wie sie sich in einer abnormen Verbreiterung der Knorpelwucherungszone durch scheinbar übermäßige Proliferation, in ungentügender resp. ausbleibender Verkalkung, in abnormer Vaskularisation des Knorpels und in dem Auftreten der sogenannten Knorpelkanäle äußert, von sekundärer Bedeutung. Sie ist vor allem inkonstant und kann, wie speziell Pommer und Schmorl nachgewiesen haben, in den beginnenden Fällen fehlen und andererseits „die eigentliche Abheilung noch geraume Zeit überdauern“ (Schmorl).

Durch das Auftreten des, den bis zum Beginn der Erkrankung normalen Knochen, substituierenden, kalklos bleibenden osteoiden Gewebes verliert der Knochen die ihm zukommende Festigkeit, die auch durch das im Übermaß produzierte kalklose Knochengewebe nicht ersetzt werden kann.

Wir haben dann einen abnorm weichen Knochen vor uns, an dem es sowohl im Bereich der Epi- als Diaphyse zu mehr oder weniger hochgradigen Deformierungen kommen kann. Besonders in den mit beträchtlichen Störungen der endochondralen Ossifikation einhergehenden Fällen treten Auftreibungen der Gelenkenden und Abbiegungen der Epi- gegen die Diaphysen ein, die an den Rippen zu dem als rachitischer Rosenkranz bekannten Bilde, an den Röhrenknochen zu der als Zwiewuchs bezeichneten Veränderung führen.

Die Störungen der endochondralen Ossifikation sind nicht an allen Teilen des Skeletts gleichmäßig nachzuweisen, sie bevorzugen vielmehr gewisse Knochen, die sich, wie die Rippen, das untere Femur-, das obere Humerusende durch eine besondere Wachstumsenergie auszeichnen, sie sind, wie sich Schmorl ausdrückt, „in ihrer Intensität abhängig von der Wachstumsenergie der einzelnen endochondralen Wachstumsbezirke und letzterer im allgemeinen direkt proportional“. Dementsprechend machen sie sich klinisch an den genannten Knochen, denen die proximalen und distalen Enden der Unterschenkel- und der Vorderarmknochen, besonders des Radius, anzureihen sind, nicht nur am ehesten und in besonders prononzierter Weise bemerkbar, sondern sie sind hier auch am längsten nachzuweisen.

Die bei der endochondralen Ossifikationsstörung prägnanteste Veränderung besteht in einer abnormen, aber nicht gleichmäßig erfolgenden Verbreiterung der Knorpelwucherungszone, die schmälere und breitere zungenförmige Fortsätze gegen die hier meist abnorm engmaschige und dichte, aus osteoidem Gewebe bestehende Spongiosazone entsendet.

Die in der Norm zwischen gewuchertem Knorpel und fertigem Knochen eingeschobene lineare Verkalkungszone ist entweder defekt oder fehlt vollständig, und in diesem Defektwerden

oder völligen Mangel ist die Ursache für die an dem wuchernden Knorpel in scheinbar exzessiver Weise vor sich gehenden Proliferationsvorgänge zu erblicken.

Denn de facto handelt es sich gar nicht um eine, die Grenzen des Normalen überschreitende, Anbildung von Knorpelgewebe, man hat es vielmehr mit einer Verlangsamung, bzw. einem kompletten Ausbleiben der Einschmelzung, des auch bei der Rachitis in normaler Menge gewucherten, Knorpels zu tun und hat darin, wie bereits oben erwähnt, eine weitere Ursache für die abnorme Weichheit des Knochens an der Epi-Diaphysengrenze zu erblicken.

Aus der Verschiedenheit des Grades der Ossifikationsstörung einerseits und der wechselnden In- und Extensität, mit der sich die Anbildung des, bisweilen weit in die Markhöhle hineinreichenden osteoiden Gewebes in den Markräumen vom Endost, an der Corticalis vom Periost aus vollzieht, erklärt sich die Differenz der Knochen in den verschiedenen Krankheitsfällen, ja der einzelnen Skelettabschnitte bei einem und demselben Individuum. Namentlich wenn es an der Corticalis zu starker Einschmelzung des alten Knochens ohne gleichzeitige, reichlichere Bildung periostalen oder endostalen osteoiden Gewebes gekommen ist, kann ein äußerst dünner, porotischer, kautschukartig weicher Knochen resultieren. In andern Fällen hat sich, sowohl in der Epi-Diaphysengrenze als auch weit in die Markhöhle hinein dichtes, feinmaschiges, osteoides Gewebe entwickelt, mit dem eine wechselnd dicke Anlagerung kalklosen periostalen Osteophyts Hand in Hand geht. Wir haben dann einen zwar gleichfalls weichen, aber an unfertigem kalklosem Knochengewebe reichen Knochen vor uns.

Die geschilderten Veränderungen machen die sich am rachitischen Knochen unter Umständen abspielenden Folgezustände, auf die bereits hingewiesen wurde, unschwer verständlich.

Abgesehen von den schon erwähnten, mit Auftreibung der Gelenkenden einhergehenden, Verschiebungen der Epiphyse gegen die Diaphyse, abgesehen von den sich an den Diaphysen einstellenden, insbesondere die unteren Extremitäten betreffenden, als Coxa vara, als X- und als O-Beine bekannten Verbiegungen, sind hier die als inkomplette oder komplette Kontinuitätstrennungen der langen Röhrenknochen in die Erscheinung tretenden rachitischen Infraktionen und Frakturen zu nennen, denen man übrigens auch an den Rippen, an denen sie bisweilen multipel zu sehen sind, begegnen kann.

Der Thorax, der dann eine symmetrische, muldenartige Vertiefung aufweist, zeigt in den schwereren Fällen als die für Rachitis charakteristische Veränderung, die als Hühnerbrust, pectus carinatum, bezeichnete Form, im Vergleich zu der die mit dem Namen der Trichterbrust belegte, durch ein rinnenartiges Einsinken des Sternums bedingte Formabweichung nur ausnahmsweise angetroffen wird. Wir erwähnen diese Zustände nur kurz, weil sie sich wie alle an den Knorpelknochenenden der Rippen abspielenden Prozesse dem exakten röntgenologischen Nachweis noch immer so gut wie vollständig entziehen.

Das gilt bis zu einem gewissen Grade auch für die am Schädel unter dem Einfluß der Rachitis auftretenden Veränderungen.

Wenn wir von den durch Palpation nachweisbaren Zuständen, wie abnormer Persistenz der Fontanellen und der Anwesenheit häutiger Lücken, besonders im Bereich des Occiput (Craniotabes rachitica) absehen, so sind es auch hier wiederum die zuweilen ganz exzessiven, symmetrisch erfolgenden Anbildungen osteoiden Gewebes, die unter Freilassung der Nähte das Schädeldach nicht an allen Abschnitten gleichmäßig, häufig nur auf den Stirnteil beschränkt, ganz unförmig verdicken können. Aber auch dabei bleibt es, ähnlich wie die Röhrenknochen, weich und zusammendrückbar.

Hinsichtlich der Wirbelsäule genügt es, an die auf dem Boden der Rachitis besonders häufig entstehenden seitlichen Verkrümmungen (Skoliosen) zu erinnern. Für ihren Nachweis, ebenso für den der weniger häufigen, auf Rachitis zurückzuführenden, Kyphosen oder noch selteneren Lordosen kommt die Röntgenuntersuchung kaum in Betracht.

Dagegen sind wir in der Lage, röntgenologisch die der Rachitis zur Last fallenden Formveränderungen des Beckens festzustellen, wie sie als einfach plattes, durch eine Ver-

kürzung der Conjugata vera charakterisiertes, auf ein Vorspringen des Promontorium durch Druck der Rumpflast zurückzuführendes, oder als durch mangelhaftes Wachstum von den Synchronrosen aus zustande gekommenes, allgemein verengtes Becken unterschieden werden. Es liegt nicht im Sinne unserer Untersuchungen, eine ausführliche Darstellung der namentlich für den Geburtshelfer außerordentlich wichtigen rachitischen Beckenanomalien zu geben, es kam uns vielmehr nur darauf an, eine kurze, für die röntgenographische Erkennbarkeit der in Betracht kommenden Beckenformen ausreichende, Charakteristik zu liefern. Es ist bekannt, daß die Rachitis, deren klinische Diagnose ja im allgemeinen nicht auf Schwierigkeiten stoßen dürfte, in jedem Stadium ausheilen kann und es ist gerade mit Rücksicht auf die Möglichkeit, diese Rückbildungsvorgänge röntgenologisch zu verfolgen, wichtig auf die bei der Heilung der Rachitis in Betracht kommenden Vorgänge noch kurz einzugehen.

Wie für ihr Bestehen das Defektwerden oder der völlige Mangel der Kalkablagerung im Knorpel am Übergang der Wucherungszone in die Diaphyse, so ist für das Einsetzen der Heilung das Auftreten kalkhaltigen Materials im Knorpel sowohl als in dem bis dahin kalklosen, im Übermaß angebildeten osteoiden Gewebe charakteristisch. Und zwar tritt der Kalk nicht, wie unter normalen Verhältnissen, am Übergang der (bei der Rachitis abnorm breiten und ausgezackten) Wucherungszone in den Knochen auf, sondern knorpelwärts davon, sein Auftreten steht im engsten Zusammenhang mit den die rachitische Knorpelwucherungszone durchsetzenden sogenannten Knorpelkanälen, auf deren Bedeutung besonders Schmorl die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Ohne in eine ausführliche Erörterung des Einflusses dieser Gebilde auf die rachitische Knorpelstörung einzutreten, sei hier nur bemerkt, daß die bei der Heilung der Rachitis einsetzende Verkalkung „bis zu der vom obern Rand der ersten im Knorpel persistierenden Gefäßetage begrenzten Knorpelschicht verschoben wird“ (Schmorl). Erfolgen Rezidive, die wiederum mit Remissionen oder erneut einsetzenden Heilungsvorgängen abwechseln, dann begegnet man, besonders deutlich an den Rippen, aber auch an der untern Epiphyse des Femur mehrfachen, in Abständen voneinander gelegenen Verkalkungslinien, „von denen jede in der Höhe einer Gefäßetage gelegen ist“.

In einer zum Glück nicht geringen Zahl von Fällen ist die Heilung eine vollkommene. Die Knochen zeichnen sich in den mit Bildung eines sehr massigen osteoiden Gewebes verknüpft gewesenen Fällen anfangs durch einen hohen Grad von Sklerose aus, können indes späterhin nach, unter dem Einfluß rarefizierender Vorgänge, erfolgtem Abbau einem völlig normalen Knochengewebe Platz machen. Auch Infraktionen und Frakturen können sich so zurtückbilden, daß schließlich von normalen nicht zu unterscheidende Knochen resultieren. Bei schwereren Graden bleiben indes dauernde Veränderungen zurück, gekennzeichnet durch die bereits oben besprochenen Deformierungen, namentlich der untern Extremitäten, durch die besonders beim weiblichen Geschlecht nach der Pubertät in die Erscheinung tretenden Veränderungen des Beckens, durch die Verbiegungen der Wirbelsäule und durch ein, bei männlichen wie bei weiblichen Individuen zu beobachtendes, Zurtückbleiben des Längenwachstums, als dessen Ausdruck wir den sogenannten rachitischen Zwergwuchs anzusehen haben, der durch eine Verkürzung der untern Extremitäten bei annähernd normaler Rumpflänge gekennzeichnet ist.

Röntgendiagnose.

Zum besseren Verständnis der Röntgenogramme von rachitischen Knochen ist es erforderlich, sich zunächst einmal die Bilder zu vergegenwärtigen, die wir bei der Aufnahme des Knochensystems gesunder Kinder von entsprechendem Alter erhalten. Hier sehen wir, daß die Spongiosa eine zierliche maschenartige Struktur zeigt. Zu beiden Seiten ist sie flankiert von der, infolge ihres dichteren Gefüges als intensiver, in der Mitte der Diaphyse meist etwas mächtigerer, jedoch überall scharfe Grenzkonturen zeigender, Schattenstreifen imponierenden

Corticalis. An beiden Diaphysenenden wird der Abschluß gebildet durch die schmale lineare Verkalkungszone. Die Spongiosazeichnung setzt sich in unverminderter Deutlichkeit und Feinheit bis unmittelbar an die innere Begrenzung der Corticalis und das untere Schaftende fort, um hier mit einer scharfen Linie zu enden. Vom Gelenkknorpel sehen wir nichts. Denn der Knorpel besitzt nahezu dasselbe Durchlässigkeitsvermögen für Röntgenstrahlen, wie die ihn umgebenden Weichteile. Er ist deshalb, solange er keine Kalksalze enthält, nicht zur Darstellung zu bringen. Denn gerade die Kalksalze sind es, die in hohem Maße die Fähigkeit besitzen, die Röntgenstrahlen zu absorbieren. Auf dem hohen Kalkgehalt der Knochenbälkchen beruht die gute Darstellbarkeit der Knochen im Röntgenbilde. Je größer der Kalkgehalt ist, desto intensiver ist auch der Schatten auf der Röntgenplatte. Ist das Gefüge dabei sehr dicht, wie in der Corticalis und der Verkalkungszone, so sehen wir einen intensiven dunklen Streifen, an dem keine deutliche Struktur zu erkennen ist. Ist das Gefüge loser, befinden sich zwischen den einzelnen Knochenbälkchen mit kalklosem Mark angefüllte Räume, wie in der Substantia spongiosa, so resultiert daraus eine mehr waben- oder maschenartige Struktur. Demgegenüber verursacht das kalkarme oder kalklose osteoide Gewebe infolge seines dichten homogenen Gefüges einen gleichmäßigen, fast vollkommenen strukturlosen, wenn auch infolge des mangelnden Kalkgehaltes wenig intensiven Schatten.

Berücksichtigen wir diese Verhältnisse und führen wir uns stets das anatomische Bild vor Augen, so stößt die Deutung der Röntgenbilder rachitischer Knochen auf keine Schwierigkeiten. Wir sind in der Lage gewesen, eine große Reihe von unseren Fällen durch die anatomische Untersuchung kontrollieren zu können, und wir haben stets gefunden, daß der Befund auf dem Sektionstisch durchaus den Vorstellungen entsprach, die wir nach der Betrachtung der vitalen Röntgenbilder gewonnen hatten.

Während nun für die anatomische Diagnose der Rachitis vor allen Dingen das Auftreten der osteoiden Substanz maßgebend ist, die Störung der endochondralen Ossifikation erst in zweiter Linie in Betracht kommt, ist gerade die letztere mit den sie charakterisierenden Erscheinungen, der unregelmäßigen Begrenzung und abnormen Verbreiterung der Knorpelwucherungszone und der an sie angrenzenden, wechselnd breiten Zone osteoiden Gewebes, der entweder völlig fehlenden oder nur fleck- resp. strichweise erfolgten Ablagerung von Kalksalzen in diesem Bereiche von fundamentaler Bedeutung. Es ist ohne weiteres klar, daß wir infolge der verschiedenen Intensität und Extensität der einzelnen pathologischen Veränderungen in den einzelnen Stadien der Erkrankung ganz verschiedenartige Röntgenbilder erhalten müssen. Der auffallendste Befund im Röntgenbild der floriden Rachitis ist eine durch die hochgradige Armut bzw. das völlige Fehlen von Kalksalzen bedingte bessere Durchleuchtbarkeit der Knochen. So sehen wir an den Schaftenden in den schwersten Fällen keine Andeutung von röntgenologisch nachweisbarer Ablagerung von kalkhaltigem Material. Infolge des ungleichmäßigen Vordringens des im Übermaß gewucherten Knorpels, der schmälere oder breitere zungenförmige Fortsätze gegen das hier meist abnorm engmaschige, aus osteoidem Gewebe bestehende, im Röntgenbild keine oder nur Andeutungen von Struktur zeigende, Diaphysenende entsendet, kommt eine ganz unregelmäßige Verteilung von Schatten und helleren Partien zustande. Dadurch erhält das Schaftende ein ausgefranstes Aussehen (Fig. 1, 4, 5, 11, 12, 15, 21, 22, 31, 34, 35, 37), statt, wie normalerweise, durch eine lineare Verkalkungszone sich scharf von der Epiphyse abzusetzen. In den hochgradigsten Fällen kann der Übergang infolge der geringen Differenzierbarkeit der kalklosen Knochen gegenüber den sie umgebenden Weichteilen ein ganz allmählicher, kaum wahrnehmbarer sein (Fig. 4, 11, 34). Wie an den Diaphysenenden, so macht sich auch am eigentlichen Schaftteil ein oft sehr erheblicher Mangel an Kalksalzen bemerkbar. Durch Rarefizierung der Knochenbälkchen kann eine außerordentlich weitmaschige, oft nur wenig deutlich auf der Platte erkennbare Spongiosazeichnung zustande kommen (Fig. 4, 35). Die Corticalis wird immer mehr und mehr verdünnt und besteht schließlich nur noch aus einem papierdünnen, mehrfach in ihrem Verlaufe unterbrochenen Streifen (Fig. 4). In den schwersten

Fällen, der osteomalacischen Form der Rachitis, ist keine Differenzierung von Spongiosa und Corticalis mehr möglich. Die Knochen haben dann ein fast strukturloses Aussehen und heben sich von den umgebenden Weichteilen kaum ab (Fig. 34). In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle geht jedoch Hand in Hand mit dem Abbau eine Apposition von neuem Knochengewebe, ja meist pflegt die letztere sogar den Abbau zu überwiegen. Jedoch zum Unterschied gegen den gesunden Knochen ist das Resultat kein fertiger Knochen, sondern nur ein kalkloses, osteoides Gewebe. Durch das vom Endost gebildete Osteoid, welches auf weite Strecken hin die Markräume ausfüllen kann, wird dem gut durchleuchteten Knochen auf der Röntgenplatte ein abnorm dichtes, fast gleichmäßiges, eine ganz verwaschene Struktur zeigendes Gefüge verliehen. Das vom Periost neugebildete Osteophyt erkennen wir als mehr oder weniger breiten, kaum Schatten gebenden Saum der Corticalis aufgelagert. Es ist ohne weiteres klar, daß diese kalkarmen Knochen, die, wie man sich bei der Autopsie überzeugen kann, außerordentlich leicht mit dem Messer zu schneiden sind und sich wie Kautschuk biegen lassen, nur sehr wenig widerstandsfähig sein können. Und so kann es uns nicht wunder nehmen, daß durch Muskelzug und Belastung Deformitäten zustande kommen. Dieselben betreffen sowohl die Diaphysen, wo es zu Verbiegungen, Infraktionen und Frakturen kommt, als auch die Schaftenden. An diesen wird der gerade hier besonders weiche Knochen und der gewucherte Knorpel durch die Belastung breitgedrückt. Wir können dann im Röntgenbild eine mehr oder weniger hochgradige Verbreiterung der Schaftenden erkennen, wie das bei einer großen Anzahl von unseren Aufnahmen zu erkennen ist.

Die beginnende Heilung macht sich durch Wiederablagerung von Kalksalzen an den bisher kalklosen Partien geltend. Auf den Röntgenogrammen sehen wir dann ein zunächst ganz schmales, allmählich breiter werdendes Kalkband auftreten. Dasselbe bietet jedoch nicht das normale, lineare Aussehen, sondern es hat einen ganz unregelmäßigen, vielfach gewellten, zickzackförmigen und oft becherförmig geschwungenen Verlauf, indem kalkhaltige Fortsätze einerseits weit in den gewucherten Knorpel hinein vordringen, andererseits sich auch noch in die diaphysenwärts gelegene, oft recht erheblich breite, aus osteoidem Gewebe bestehende, entweder vollkommen strukturlose, oder erst beginnende Struktur zeigende Zone erstrecken. Im weitem Verlauf wird das Kalkband immer breiter und dichter, die Ausfransung verschwindet und es nimmt mehr und mehr scharfe Konturen an. Je nach der Schwere der Erkrankung und dem Stadium der Ausheilung, die sich durch die größere oder geringere Wiederablagerung von Kalksalzen, den mehr oder weniger gewellten und ausgezackten Verlauf des Kalkbandes, die mehr oder weniger breite osteoide Zone charakterisiert, kommen die mannigfaltigen Befunde im Bereich der Schaftenden auf Röntgenogrammen von Fällen ausheilender Rachitis zustande, worauf in der unseren Tafeln beigegebenen Beschreibung hingewiesen ist.

Es können nun in jedem Stadium der Heilung Rezidive erfolgen, die mit erneuten Heilungsvorgängen abwechseln. Wir sehen dann auf der Platte, wie das vielleicht schon gerade verlaufende Kalkband erneut ausfranst und bei wiedereinsetzender Heilung nun parallel dem ersten ein zweites Kalkband auftritt. Beide sind voneinander getrennt durch eine heller durchleuchtete, strukturlose oder strukturarme Zone osteoiden Gewebes (Fig. 8, 12, 14, 16, 17, 24). Auf diese Weise kommt eine etagenweise Schichtung im Bereich der Schaftenden zustande. Wir möchten glauben, daß die Auffassung, in den eben geschilderten Röntgenbildern für Heilungsvorgänge, bzw. Nachschübe zu verwertende Befunde zu erblicken, am ehesten den uns durch Pommer und Schmorl gelehrt anatomischen Tatsachen entspricht. Im weiteren Verlauf imprägniert sich das zwischen den Kalkbändern gelegene Osteoid ebenfalls mit Kalksalzen. Daraus resultiert dann ein breiter, sehr intensiver, strukturloser Schattenstreifen. Späterhin erfolgt durch rarefizierende Prozesse ein Abbau des sklerotischen Knochens, so daß in günstig verlaufenden Fällen — und diese bilden erfreulicherweise die überwiegende Mehrzahl — schließlich wieder vollkommen normale Strukturverhältnisse vorhanden sind.

Hand in Hand mit der Rückbildung des krankhaften Prozesses an den Epiphysengrenzen

erfolgt auch die Heilung am Schaftteil. Wir haben bereits erwähnt, daß in Fällen von schwerer florider Rachitis auch die Diaphyse für Röntgenstrahlen besonders durchlässig ist, daß die Balkchenzeichnung nur wenig kräftig hervortritt und entweder besonders weitmaschig ist oder aber ein mehr dichtes, jedoch verschwommenes Aussehen bietet, daß die Schaftteile von einem verschiedenen breiten, kaum Schatten gebenden Saum, dem periostalen Osteophyt, umgeben sind. Auch hier verrät sich die beginnende Heilung durch Zunahme des Kalkgehaltes der Knochenbalkchen und Ablagerung von Kalksalzen in dem bisher vollkommen kalklosen, osteoiden Gewebe. Infolgedessen tritt der ganze Knochen auf der Platte deutlicher hervor. Die Spongiosastruktur markiert sich wieder besser. Das periostale Osteophyt wirft einen intensiven Schatten. Zuweilen zeigt dasselbe eine lamelläre, dem Knochen parallele Schichtung.

Durch weitere Aufnahme von Kalksalzen wird das ganze Osteophyt in ein dichtes, sklerotisches, auf der Platte einen tiefen, strukturlosen Schatten zeigendes Knochengewebe verwandelt, welches von der Corticalis nicht mehr zu trennen ist. Dadurch erscheint diese an den Stellen, wo sie früher von Osteophyt bedeckt war, erheblich verdickt. Da nun auch, namentlich in den Fällen, die mit Bildung eines reichlichen, vom Endost gelieferten osteoiden Gewebes einhergingen, durch die Aufnahme von Kalk, der Spongiosa ein sehr dichtes Gefüge verliehen wird, so resultiert daraus ein klobiger, schwerer, sklerotischer, auf der Platte einen tiefen Schatten gebender, jedoch nur wenig Struktur aufweisender Knochen. Aber auch hier setzen weiterhin rarefizierende Vorgänge ein, die den äußerst dichten Knochen wieder abbauen, so daß schließlich auf dem Röntgenbild wieder vollkommen normale Strukturverhältnisse vorliegen.

Schon oben war die Rede von den im Verlauf der Rachitis entstehenden Deformitäten. Bei der Weichheit der rachitischen Knochen ist es nicht verwunderlich, daß dieselben entweder durch statische Belastung oder allein durch Muskelzug Verunstaltungen erfahren. Sehr häufig sind dieselben nur eine Vermehrung der schon normalerweise vorhandenen Krümmungen. Sehr wesentlich sind auch die Gewohnheiten des Kindes. Wenn dieselben trotz schwerer Rachitis die Beine noch zu gebrauchen versuchen, so sind die Verkrümmungen hier besonders ausgeprägt. Andererseits fanden wir bei einem zweijährigen Kinde, welches noch nicht laufen gelernt hatte, aber die Angewohnheit hatte, auf dem Boden herumzurutschen, indem es sich dabei auf die Arme stützte und so fortschob, die oberen Extremitäten besonders schwer verändert (Fig. 21 u. 22).

Stärkere Verkrümmungen sind sehr häufig die Folge von Frakturen oder Infraktionen (Fig. 11, 17, 21, 25, 34), jedoch können auch hochgradige Verkrümmungen ohne solche beobachtet werden (Fig. 23, 42 und besonders 22), wie andererseits bei Infraktionen nennenswerte Verbiegungen der Knochen fehlen können (Fig. 31). Die durch Überbiegungen zustande gekommenen Frakturen und Infraktionen liegen meist in der Mitte der Diaphysen. Sehr häufig finden wir dieselben an symmetrischen Stellen der beiderseitigen Extremitäten gelegen. Weniger oft kommt es zu Unterbrechungen des Knochens in seiner gesamten Dicke (Fig. 8 Radius, Fig. 21 Oberschenkel, Fig. 25 Ober- u. Unterschenkel), so daß echte Frakturen vorliegen. Die Infraktionen betreffen meist nur die Corticalis an der konkaven Seite (z. B. Fig. 11, 17). Die Bruchenden der Rindenschicht werden dann oft gegen die Markhöhle hin vorgetrieben, wodurch eine Verengerung derselben entstehen kann. Von Virchow sind diese Infraktionen mit den Einknickungen verglichen worden, wie sie bei starkem Biegen einer Weidenrute zustande kommen.

Durch äußere Gewalteinwirkungen entstandene Frakturen können natürlich an jeder Stelle des Knochens sitzen. Stets bildet sich im Bereich der Frakturstellen ein mächtiger, die Bruchstelle nach allen Richtungen hin weit überschreitender, aber zunächst noch vollkommen kalkloser, nur einen minimalen, strukturlosen Schatten auf der Platte werfender Callus, der alle durch die Kontinuitätstrennung entstandenen Unebenheiten des Knochens ausgleicht (Fig. 4, 8, 21, 25 u. a.) und auch durch den durch die Fraktur bedingten Spalt der Corticalis in die Markhöhle eindringt und diese zum Verschuß bringen kann (Fig. 25). Genau

wie das periostale Osteophyt imprägniert er sich weiterhin mit Kalksalzen und wandelt sich zunächst in sklerotisches Knochengewebe um, welches dann ebenfalls durch rarefizierende Prozesse zu normale Struktur zeigendem Knochen umgebaut wird.

Wenn wir auch wissen, daß in manchen Fällen als Folgen der Rachitis dauernde Deformitäten zurückbleiben, so hat andererseits die Erfahrung gelehrt, daß selbst hochgradige Verkrümmungen sich ohne Hilfe des Arztes spontan zurückbilden können. Wie dabei der Umbau des Knochens erfolgt, können wir auch mit Hilfe der Röntgenstrahlen verfolgen. Wir sehen, daß überall, wo Verbiegungen vorhanden sind, die Konkavität derselben durch periostales Osteophyt ausgefüllt wird. Je stärker die Verkrümmung ist, desto mächtiger ist dasselbe entwickelt (Fig. 17, 18, 21, 25, 27 u. a.). Dadurch zeigt sich das Bestreben des Körpers, den Knochen da, wo er den größten Druck auszuhalten hat, zu verstärken. Wie schon beschrieben, wandelt sich das Osteophyt bei der Heilung der Rachitis in sklerotischen Knochen um, der von der Rindenschicht nicht mehr zu trennen ist. In diesem Stadium finden wir dann auf der konkaven Seite der Krümmungen die Rindenschicht ganz abnorm verbreitert. Durch die nun einsetzenden Resorptionsvorgänge wird der Knochen allmählich zu normaler Form und Architektur umgebaut. Macht sich in dem inneren, die Markhöhle durchsetzenden, Callus wieder Struktur bemerkbar, so ordnen sich die Knochenbälkchen ebenfalls so an, wie es bei den gegebenen statischen Verhältnissen im Interesse der größtmöglichen Festigkeit der Knochen am zweckmäßigsten ist. So können wir in Figur 25, namentlich an den Unterschenkeln, erkennen, daß sie vom Punkte der größten Konkavität nach dem Scheitel der Konvexität verlaufen.

Die Intensität des rachitischen Prozesses ist nur in seltenen Fällen an den verschiedenen Abschnitten des Skelettsystems eine gleichmäßige. Weitaus häufiger sind die einzelnen Knochen in verschieden schwerem Maße betroffen, worauf bei der Erklärung der Tafeln hingewiesen ist. Ja an demselben Knochen sind oft die Störungen der endochondralen Ossifikation an beiden Schaftenden verschieden hochgradig. So finden wir z. B. an den Vorderarmen fast immer die distalen Enden schwerer verändert wie die proximalen. Aber davon konnten wir uns immer wieder durch die Röntgenuntersuchung überzeugen, daß die Intensität und Extensität des krankhaften Prozesses an den symmetrischen Stellen der beiderseitigen Extremitäten stets die gleiche war.

Klinisch pflegen ja bekanntermaßen von allen Extremitätenknochen die Veränderungen am Handgelenk am frühesten und deutlichsten in Erscheinung zu treten. Sie pflegen hier auch nach Ablauf der Erkrankung noch am längsten bestehen zu bleiben. Da sich die Struktur gerade der Vorderarmknochen infolge der geringen Dicke der Knochen selber, sowie der sie umgebenden Weichteile am leichtesten röntgenologisch darstellen läßt, so werden solche Röntgenogramme uns für die Diagnose besonders wertvolle Aufschlüsse geben können.

Ebenso zeigten in der Mehrzahl der Fälle die Metacarpi und Phalangen den Vorderarmknochen ganz analoge Veränderungen. Da wir aus äußeren Gründen nicht in der Lage waren, derartige Befunde anatomisch zu kontrollieren, sei hier nicht näher auf sie eingegangen. Von den übrigen Teilen des Skelettsystems pflegt sich, wie uns durch anatomische Untersuchungen schon längst bekannt ist, die Rachitis am frühesten und prägnantesten an der Knochenknorpelgrenze der Rippen auszuprägen. Leider ist es bisher noch nicht gelungen, dieselben beim lebenden Kinde auf der Platte mit der nötigen Deutlichkeit festzuhalten. Wir sind deshalb nicht in der Lage, diesbezügliche Bilder zu bringen. Am Leichenpräparat stößt dies natürlich auf keinerlei Schwierigkeiten, wie Fig. 3 lehrt. Auch bei der Erkennung der Schädelrachitis hat uns das Röntgenverfahren bislang noch nicht gefördert. Die für den Geburtshelfer wichtigen Veränderungen des Beckens können vermittels der Röntgenstrahlen festgestellt werden. Jedoch gibt uns hier die klinische Untersuchung und die Beckenmessung weit wertvollere Aufschlüsse. Dasselbe gilt auch für die Veränderungen der Wirbelsäule.

Wir hoffen durch unsere Ausführungen an Hand der Abbildungen bewiesen zu haben, daß die Röntgenographie uns wertvolle Aufklärung geben kann über das Stadium, in dem sich

der rachitische Prozeß befindet, daß wir die fortschreitende Besserung und im Verlauf derselben etwa einsetzende Verschlimmerungen erkennen können. Jedoch ist es schwierig im Gegensatz zu der Barlowschen Erkrankung, die sich in verhältnismäßig kurzer Zeit abspielt, die rachitische Knochenerkrankung, die sich über viele Monate, eventuell sogar Jahre hinziehen kann, bei einem und demselben Kinde von Anfang bis zu Ende zu verfolgen. Man kann unmöglich die Kinder, bei denen sehr häufig die Rachitis nur einen Nebenbefund darstellt, während der ganzen Dauer der Erkrankung im Krankenhaus behalten. Und bei der großstädtischen Arbeiterbevölkerung, aus der sich unser Krankenmaterial in erster Linie rekrutiert, stößt es meist auf große Schwierigkeiten, die betreffenden Kinder zur Nachuntersuchung zu erhalten. Immerhin sind die wenigen Fälle, die wir wenigstens mehrere Monate zu beobachten Gelegenheit hatten, in dieser Beziehung außerordentlich wertvoll und lehrreich. Wir lernen daraus, daß man aus der Schwere der Erkrankung keinen Schluß auf die Zeit, die zur Heilung nötig ist, ziehen darf. Während zuweilen verhältnismäßig leichte Veränderungen nur langsam sich zurückbilden, kann man in anderen Fällen nicht genug staunen, wie glänzend die Natur es versteht, die hochgradig veränderten Knochen innerhalb weniger Wochen im Sinne der Heilung umzubauen (Fig. 27—41). Wir können ferner erkennen, daß, wie bei der floriden Rachitis die Intensität der Veränderungen an den einzelnen Teilen des Skelettes eine verschiedene ist, so auch die Heilung an den verschiedenen Knochenabschnitten desselben Individuums keineswegs immer in demselben Tempo zu erfolgen pflegt (z. B. Fig. 42—45).

Differenzialdiagnostische Bemerkungen.

Die röntgenologische Diagnose der Rachitis dürfte, wie wir durch die von uns gelieferten Bilder gezeigt zu haben hoffen, kaum auf Schwierigkeiten stoßen. Das gilt insbesondere für das floride Stadium der Erkrankung. Hier erscheint eine Verwechslung mit irgendeiner der sonst im frühen Kindesalter am Skelett auftretenden Krankheitsprozesse so gut wie ausgeschlossen.

Weder die bei der kongenitalen Syphilis, noch die beim infantilen Skorbut röntgenologisch an den Knochen zu erhebenden Befunde zeigen eine auch nur entfernte Ähnlichkeit mit den bei der floriden Rachitis röntgenologisch wahrnehmbaren Veränderungen. Die Auffransung der proximalen oder distalen Schaftenden, das absolute Fehlen jeder röntgenologisch erkennbaren Kalkmenge in dem nur Andeutungen an Struktur darbietenden, an die Epiphyse grenzenden Schaftteil läßt eine absolut sichere Unterscheidung der Rachitis von den andern oben genannten, die Knochen gleichfalls in charakteristischer Weise schädigenden Erkrankungen zu. Dazu kommt die bei einem großen Teil der Rachitisfälle bestehende kolbige Auftreibung an dem vielfach eine „becherförmige Ausschweifung“ zeigenden Gelenkende. Wir halten, ebenso wie Reyher, diese „becherförmige“ oder muldenartige Beschaffenheit im Bereich der Gelenkenden keineswegs für einen nur die Rachitis kennzeichnenden, sondern, wie der eine von uns nachgewiesen hat (F.), auch beim infantilen Skorbut vorkommenden Befund und stimmen ferner Reyher auch darin bei, wenn er sagt, daß diese „becherförmige Erweiterung der distalen Diaphysenenden durchaus nicht immer anzutreffen ist“ (Verhdlg. d. Dtsch. Röntgenges. IV, 117). Ihr Fehlen spricht also keineswegs gegen Rachitis. Auf der andern Seite müssen wir bekennen, daß wir sie bei unseren seit fünf Jahren betriebenen Untersuchungen der Knochen von mit kongenitaler Syphilis behafteten, an Osteochondritis syphilitica leidenden Kindern niemals angetroffen haben. Wir legen Wert darauf zu betonen, daß, wenn diese mit und ohne Auftreibung der distalen Schaftenden einhergehende, besonders an den Vorderarm- und Unterschenkelknochen anzutreffende, kahnförmige Ausschweifung vorhanden ist, sie immer symmetrisch auftritt. Die Lokalisation einer derartigen Veränderung an nur einem Vorderarm- bzw. Unterschenkelknochen oder an beiden Knochen nur einer Extremität ist unseres Erachtens direkt gegen die Dia-

gnose Rachitis zu verwerten. Ebenso sind wir niemals einer Kombination rachitischer mit osteochondritischen Veränderungen, weder bei vitaler Untersuchung noch bei den sehr zahlreich vorgenommenen Durchleuchtungen bei Sektionen entnommener Knochen syphilitischer oder rachitischer Kinder begegnet. Wir teilen deshalb die Skepsis, die Reyher gegenüber den in dieser Beziehung von Reinsch gemachten Mitteilungen übt, in vollem Maße.

Etwas schwieriger kann die Unterscheidung der rachitischen Knochenveränderungen von der Osteochondritis syphilitica, bzw. dem infantilen Skorbut werden, wenn man es mit bereits Zeichen der Regeneration aufweisenden Knochen zu tun hat. Ähnlich wie bei den hier differentiell-diagnostisch in Betracht kommenden Krankheitsprozessen treten dann auch bei der Rachitis mehr oder weniger dichte, schmalere und breitere, auf abgelagerten Kalk zu beziehende Schatten in den vorher kalklosen, durchsichtig und nahezu strukturlos gewesenen Knochenabschnitten auf. Hat man in solchen Fällen aus verschiedenen Krankheitsstadien herrührende Serienbilder zur Verfügung, dann werden Verwechslungen mit Osteochondritis syphilitica oder Osteodystrophie scorbutica ohne weiteres zu vermeiden sein. Aber auch ohne eine derartige, wenn vorhanden äußerst wertvolle, Unterstützung wird es meist gelingen, die genannten Knochenerkrankungen röntgenologisch auseinanderzuhalten, besonders wenn man es sich zur Regel macht, obere und untere Extremitäten röntgenologisch zu untersuchen und die dabei erhaltenen Bilder miteinander zu vergleichen.

Man kann sich dann davon überzeugen, daß die reparatorischen Prozesse nicht an allen Skeletteilen gleichmäßig einsetzen, so daß man neben Heilungsvorgängen an den Vorderarmen noch floride Veränderungen an den unteren Extremitäten antrifft oder umgekehrt. Was nun die, die Heilung bei der Rachitis einleitende, Kalkdeposition anlangt, so unterscheidet sich der dadurch auf der Röntgenplatte zutage tretende Schatten von dem bei der Osteochondritis vorhandenen in recht wesentlichen Punkten.

Hat man es mit dem ersten Stadium der Osteochondritis syphilitica zu tun, so findet man, wie wir in Übereinstimmung mit den Angaben von Kienböck und Reyher bestätigen können, ein meist breites, glattes, scharfrandiges, in anderen Fällen leicht ausgezacktes, aber im ganzen doch regelmäßig verlaufendes Kalkband, das sich von dem vielfach gewellten, bei in Rückbildung begriffenen Rachitisfällen sichtbar werdenden, Kalkstreifen deutlich unterscheidet. Dazu kommt, daß diese Kalkstreifen nicht selten etagenweise geschichtet auftreten, wobei die distal gelegenen gewöhnlich breiter erscheinen als die proximal auftretenden, und daß zwischen beiden noch durch seinen Mangel an Zeichnung als solches erkennbares osteoides Gewebe vorhanden ist. Trifft man daneben an den Diaphysen in seiner Mächtigkeit wechselndes periostales Osteophyt von osteoidem Charakter, dann ist die Diagnose der Rachitis mühelos zu stellen.

Es ist natürlich nicht möglich, alle, den verschiedenen Stadien der Osteochondritis wie Rachitis röntgenologisch zukommenden, Bilder hier zu berücksichtigen; es mag genügen, darauf hinzuweisen, daß auch eine Abgrenzung der heilenden Rachitis gegenüber den dem zweiten Stadium der Osteochondritis syphilitica zukommenden Bildern gut möglich ist. Man sieht dann bei diesem Leiden proximal von dem, besonders an dem distalen Schaftende, sehr deutlichen, meist noch ziemlich breiten, aber namentlich schaftwärts oft stark ausgezackten Kalkband eine aufgehellte, durch vollkommenen Mangel an Knochenbälkchen charakterisierte Zone, wie sie weder bei der floriden noch erst recht bei der heilenden Rachitis beobachtet wird. Denn, wie oben auseinandergesetzt, fehlt bei der floriden Rachitis jede Spur einer kalkhaltigen Material aufweisenden Zone, und bei der heilenden Rachitis finden wir einen, in gewisser Beziehung dem im zweiten Stadium der Osteochondritis syphilitica anzutreffenden zackigen Kalkband ähnelnden Kalkschatten, aber oberhalb dieses sieht man dann entweder noch kalkloses, oft eine dichtmaschige Zeichnung aufweisendes Osteoid oder bereits durch wieder aufgenommenen Kalk besonders deutlich in die Erscheinung tretendes, engmaschiges, spongiöses Knochengewebe. Bisweilen lassen sich an solchen Knochen noch die Residuen vorangegangener,

meist die Schaftmitte betreffender Infraktionen oder Frakturen nachweisen, die dann als weitere Stütze für die rachitische Natur des Leidens zu verwerten sind.

Auch von den beim infantilen Skorbut mittels Röntgenuntersuchung nachweisbaren Veränderungen lassen sich die von uns röntgenologisch als für Rachitis charakteristisch bezeichneten Befunde gut abgrenzen. Wir können in dieser Beziehung auf die von dem einen von uns (F.) in Bd. XVIII des Archivs und Atlas der normalen und pathologischen Anatomie in typischen Röntgenbildern erschienene Abhandlung (S. 16 ff.) verweisen und können uns hier auf die Bemerkung beschränken, daß namentlich dann, wenn es, wie nicht selten, beim infantilen Skorbut zu subperiostalen Blutungen im Bereich des Schafts von Femur oder Tibia und zur Entstehung eines diesen Zustand im Röntgenbild charakterisierenden, elliptischen, bald auf die Mitte der Diaphyse lokalisierten, bald diese in ganzer Länge einschneidenden Schattens gekommen ist, die differentielle Diagnose im Sinne der Osteodystrophia scorbutica mühelos gestellt werden kann.

Aber auch bei dem Fehlen dieses, für ein subperiostales Extravasat charakteristischen, weder bei der Osteochondritis — bei dieser nicht einmal bei gleichzeitig bestehender Epiphysenlösung — noch erst recht bei der Rachitis je auftretenden, Schattens wird es bei einiger Überlegung doch stets gelingen, die rachitischen Veränderungen von den beim infantilen Skorbut wahrnehmbaren zu differenzieren. Es sei hier u. a. an das verschiedene Verhalten der Knochen bei Infraktionen bzw. Frakturen erinnert, die bei beiden Affektionen zur Beobachtung gelangen können. Schon die Lokalisation der Kontinuitätstrennungen ist eine verschiedene. Bei der Rachitis gewöhnlich die Schaftmitte betreffend und konstant von einem mehr oder minder mächtigen, weichen kalklosen Callus gefolgt, bei der Osteodystrophia scorbutica im Bereich der obersten Schaftabschnitte oder in den, unmittelbar an diese angrenzenden, Partien der Diaphyse etabliert und, wie von uns durch fortlaufende röntgenologische Serienuntersuchungen kontrolliert, ohne Callusbildung in verhältnismäßig kurzer Zeit zur Ausheilung gelangend, dabei der an der Epi-Diaphysengrenze vorhandene, der sog. Trümmerfeldzone entsprechende, unregelmäßig begrenzte Kalkknochenschatten allmählich zurückgehend, gegenüber dem bei der Rachitis im weiteren Heilungsverlauf an In- und Extensität zunehmenden Kalkschatten, kurz Merkmale, die auch dem weniger Geübten die Unterscheidung der hier in Rede stehenden, ihrem Wesen nach völlig differenten Krankheitsbilder ermöglichen werden.

Nur in solchen Fällen, wo es sich um Kombination rachitischer und auf infantilen Skorbut zu beziehender Prozesse handelt, kann die Röntgenuntersuchung im Stich lassen. Dann müssen die sonstigen, im Sinne der einen oder andern Erkrankung verwertbaren, Symptome eingehend berücksichtigt werden, und es wird dann, wie wir auf Grund reicher persönlicher Erfahrungen behaupten dürfen, meist gelingen, eine Entscheidung in dem einen oder andern Sinne zu treffen bzw. sich für eine Vergesellschaftung von Rachitis mit infantilem Skorbut auszusprechen.

Zu Verwechslungen mit andern, auch im Kindesalter auftretenden, wenngleich ihm nicht eigentümlichen, Knochenerkrankungen dürften die bei der Rachitis zu gewinnenden Röntgenbilder nach unseren Erfahrungen keinen Anlaß geben. Speziell halten wir es für ausgeschlossen, daß unter dem Einfluß der Tuberkulose am Skelett Veränderungen auftreten, die in dieser Beziehung Irrtümer herbeizuführen geeignet wären.

Auf alle Fälle empfiehlt es sich, gerade bei in der Beurteilung schwierigen Objekten möglichst verschiedene Skelettabschnitte der Röntgenuntersuchung zu unterwerfen. Man wird auf diese Weise sich am ehesten vor Fehldiagnosen zu schützen imstande sein.



Tafel I.

Fig. 1 u. 1a. Rachitis florida. Oberschenkel und Oberarm eines 2jährigen Kindes.

Die Diaphysen sind von den Epiphysen nicht, wie normalerweise durch eine lineare Verkalkungslinie getrennt, sondern die Schaftenden zeigen eine eigenartige Ausfransung infolge des unregelmäßigen Vordringens des gewucherten Knorpels gegen den hier noch vollständig unfertigen, aus osteoidem Gewebe bestehenden, völlig kalklosen und daher nur geringen Schatten werfenden Knochen. Durch quer verlaufende Knochenbälkchen erhalten die Schaftenden ein dichteres Gefüge. Die eben beschriebenen Veränderungen sind deutlich am unteren Ende des Femur und am oberen des Humerus zu erkennen, während am oberen Ende des Femur und am unteren des Humerus außer dem Fehlen der provisorischen Verkalkungszone und einer etwas loseren Struktur der Spongiosa kein abnormer Befund festzustellen ist. Die Spongiosa des Schaftteiles weist nicht die elegante Struktur des gesunden Knochens auf, sondern die ganze Zeichnung ist infolge des geringen Kalkgehaltes der Knochen verschwommen. Der Schaft, besonders der des Oberschenkels, ist mit einem schmalen Saum von osteoidem Gewebe umgeben. An demselben sind, besonders am Humerus, Andeutungen von Struktur zu erkennen, indem feinste Schattenstreifen von der Corticalis aus senkrecht zu ihr nach der Oberfläche ziehen.

Fig. 2. Rachitis florida. Schädel eines 1jährigen Negerkindes mit schwerster Schädel- und Extremitätenrachitis.

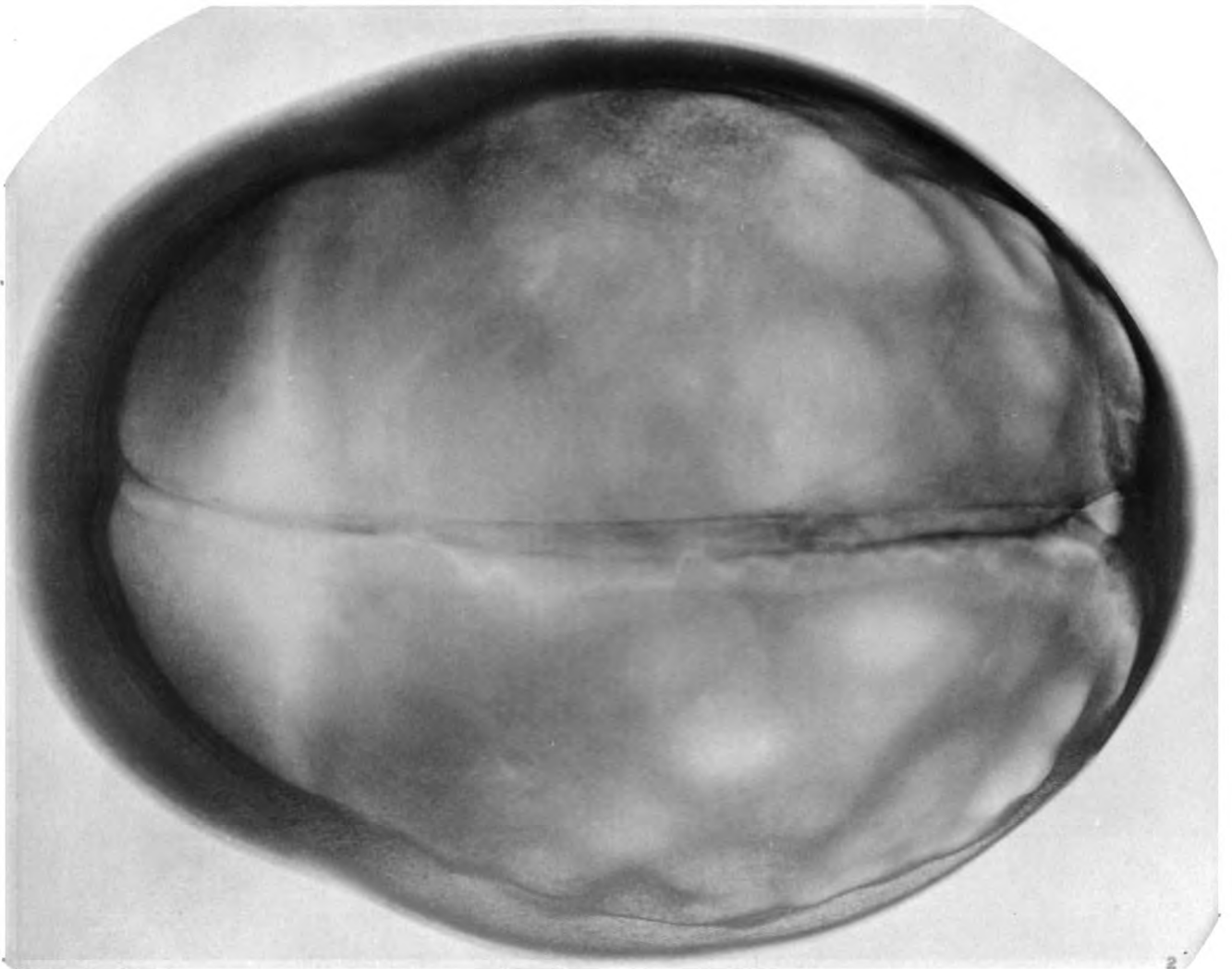
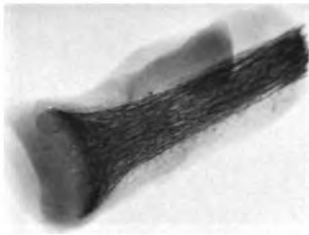
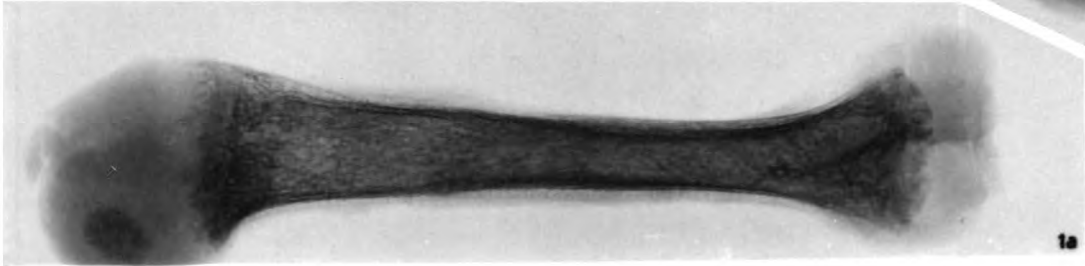
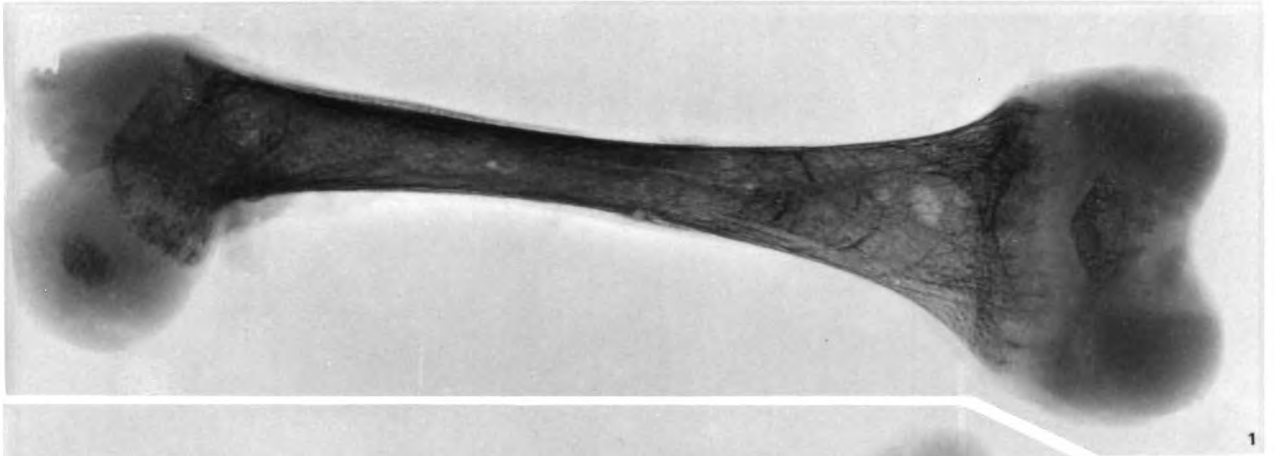
Das Schädeldach erwies sich bei der Autopsie enorm verdickt, dabei außerordentlich leicht. Die Verdickung war eine sehr unregelmäßige. Sie betrug an den Scheitelbeinen ca. 6 mm, an den Stirnbeinen 16 mm, an den Hinterhauptsbeinen 14 mm. Die ganze Schädelwand war sehr weich und leicht zusammendrückbar, von guttaperchaähnlicher Konsistenz. Namentlich an den Stirnbeinen befinden sich flächenhafte Auflagerungen eines weichen, schneidbaren, sehr dichten Osteophyts. Während die den Weichteilen zugekehrten Abschnitte des Schädeldaches, besonders im Bereich der Stirnbeine, eine gleichmäßige, äußerst feinmaschige, auf Rechnung des hier in besonderer Großartigkeit entwickelten Osteoid zu setzende Struktur aufweisen, nimmt der Knochen gegen die Dura zu ein mehr lamellenartiges, aus kompakten Knochenlagen gebildetes Gefüge an, das gegen die hinteren Abschnitte des Stirnbeines ohne scharfe Grenze in wieder mehr homogene feinspongiöse Knochenmasse übergeht.

Wie an dem frischen Präparat ist auch auf dem Röntgenogramm zu erkennen, daß das Osteophyt an den einzelnen Partien von ganz verschiedener Mächtigkeit ist. Der Knochen zeigt eine parallele lamellenartige Schichtung. Das zwischen den einzelnen Lamellen gelegene Gewebe ist ziemlich dicht und läßt keine Struktur erkennen. Ebenso ist das ihr aufgelagerte Osteophyt sehr dicht und bietet ein bimsteinartiges Gefüge dar.

Fig. 3. Rippen desselben Kindes.

Die Spongiosastruktur ist außerordentlich weitmaschig und grob. Die Epiphysenlinie ist becherförmig geschwungen und enthält nur wenig Kalksalze. Sie zeigt die charakteristische Ausfransung.

Die Röntgenbilder der langen Röhrenknochen boten den Befund der schweren, floriden Rachitis.





Tafel II.

Fig. 4. *Rachitis gravissima malacica*. Arm eines 3jährigen Knaben, der klinisch erhebliche Erscheinungen von Rachitis zeigte (Rosenkranz, Auftreibungen der distalen Enden der Vorderarmknochen, Verbiegungen an den oberen Extremitäten).

Vor allem in die Augen springend ist die große Durchsichtigkeit der Knochen infolge ihres mangelhaften Kalkgehaltes. Die Spongiosastruktur ist weitmaschig. Die Corticalis ist an den Vorderarmknochen nicht als kontinuierliche Begrenzung zu erkennen, sondern mehrfach in ihrem Verlaufe unterbrochen, besonders im unteren Drittel der Ulna. Wir lassen es unentschieden, ob diese Veränderungen auf leichte Infraktionen zurückzuführen sind. Der Oberarm weist eine deutliche Infraktion mit reichlichem, kalkarmen, periostalem Callus auf. Die Diaphysen sind von einem wenig breiten periostalen Osteophyt umgeben. Der nur geringfügige Schatten, welchen es auf der Platte wirft und der Mangel jeglicher Struktur beweist, daß es noch kalklos ist. Es ist am mächtigsten an den konkaven Stellen der Verbiegungen aufweisenden Knochen, an denen auch die Zeichnung der Corticalis unscharf ist. An den distalen Enden der Vorderarmknochen fällt besonders die Verbiegung ulnarwärts auf. Besonders auffallend sind die Störungen der endochondralen Ossifikation. Es fehlt hier jede Spur der Kalbablagerung. Von der normalen linearen Verkalkungszone ist nichts zu sehen. Durch das unregelmäßige Vordringen des gewucherten Knorpels gegen die hier engmaschige, aus osteoidem Gewebe gebildete Diaphyse hin — am stärksten ausgeprägt am distalen Ende der Ulna — ist es zur charakteristischen Ausfransung der Diaphysenenden gekommen.

An den unteren (hier nicht wiedergegebenen Extremitäten) bestanden die gleichen Verhältnisse. Auch hier ist die Ausfransung der Diaphysenenden bei Fehlen einer Verkalkungszone vorhanden, auch hier haben wir eine hochgradige Rarefaktion des spongiösen Bälkchenwerkes, während das periostale Osteophyt nicht die Mächtigkeit erlangt hat, wie an den Vorderarmknochen, und stärkere Verbiegungen, sowie Infraktionen zu fehlen scheinen. (Der Fall ist durch die Autopsie bestätigt.)

Fig. 5. *Rachitis florida*. Vorderarm eines 1 $\frac{3}{4}$ jährigen Kindes, welches bisher weder stehen noch gehen gelernt hat, mit ausgesprochenen Zeichen von Schädel- und Extremitätenrachitis.

Auffallend ist auch hier die geringe Differenzierbarkeit des Knochens gegenüber den Weichteilen infolge des mangelhaften Kalkgehaltes. Die normalerweise zierliche Struktur der Spongiosa zeigt infolge der Rarefaktion des Bälkchenwerkes ein verwaschenes Aussehen. Charakteristisch für Rachitis ist das fast vollkommene Fehlen von röntgenologisch nachweisbaren Mengen von Kalksalzen an der Ossifikationszone, sowie die, durch das unregelmäßige Vordringen des abnorm gewucherten Knorpels gegen das hier aus engmaschigem, osteoidem Gewebe bestehende Schaftende bedingte, Ausfransung des letzteren. An der Ulna ist zwischen oberem und mittlerem Drittel eine Frakturstelle zu sehen, die von

Spongiosastruktur ist mit normaler Deutlichkeit und Feinheit bis an die scharf begrenzte, jedoch abnorm breite Epiphysenlinie zu erkennen. Nur der mittlere Teil des Schaftes zeigt, besonders am Radius, eine sehr dichte Struktur. Es ist wahrscheinlich, daß hier früher eine Infraktion vorhanden gewesen ist.

An den unteren Extremitäten war die Rückbildung noch nicht soweit gediehen. Es ist hier noch ein breites osteoides Band andeutungsweise vorhanden, während eine Ausfransung der Schaftenden auch hier nicht mehr festzustellen ist.

Fig. 11. Rachitis gravissima. Oberschenkel eines 2jährigen Knaben mit starken Verbiegungen an sämtlichen Extremitäten, mächtiger Auftreibung an den distalen Enden der langen Röhrenknochen, sowie ausgesprochenem Rosenkranz.

Bei Betrachtung des Bildes springt zunächst die starke Verbiegung der Oberschenkelknochen in die Augen, bedingt durch, an symmetrischen Stellen gelegene, Infraktionen. Dieselben liegen an den Stellen der stärksten Verbiegungen. Besonders deutlich ist die Infraktion am linken Oberschenkel zu sehen. Wir erkennen hier sehr schön die Kontinuitätstrennung der Rindenschicht, wir sehen den kaum Schatten gebenden, also noch kalklosen Callus. An den Epiphysenenden der Oberschenkel fehlt jede röntgenologisch nachweisbare Ablagerung von Kalksalzen. Die erheblich verbreiterten Diaphysenenden sind ausgefranst und gehen fast unmerklich in den Weichteilschatten über.

An den Armen und den in Fig. 15 abgebildeten Unterschenkelknochen sind analoge Veränderungen nachzuweisen. (Der Fall ist durch die Autopsie kontrolliert.)

Fig. 12. Rachitis mit Heilungsvorgängen und Remissionen. Kniegelenk eines 11 Monate alten Kindes.

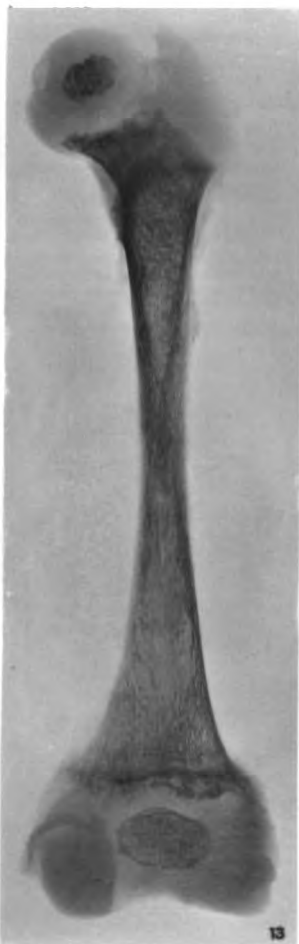
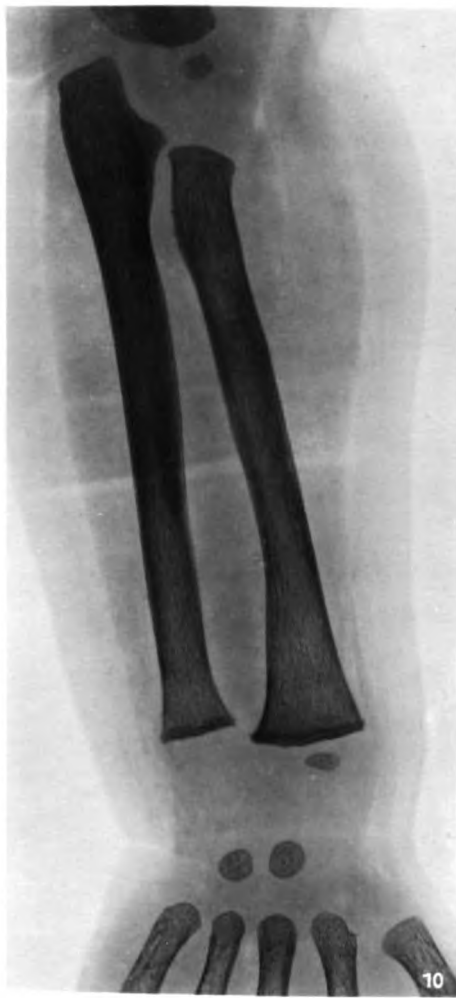
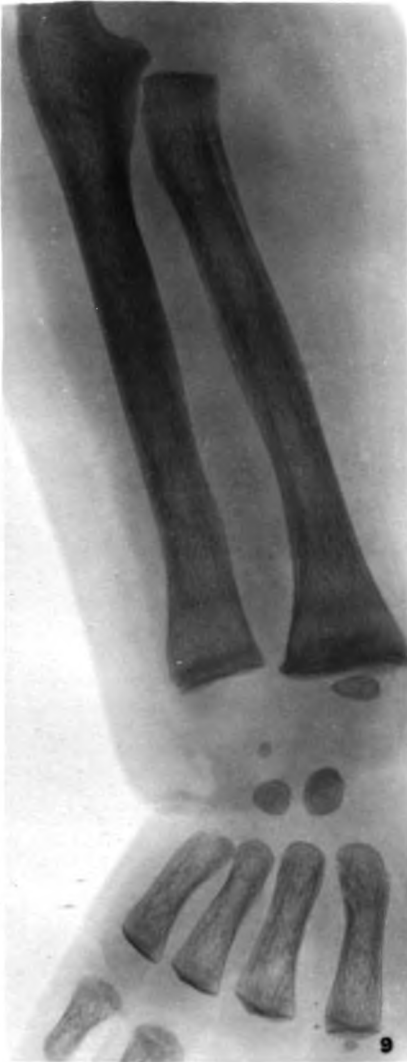
Das Auftreten von kalkhaltigem Material in der Verknöcherungszone beweist uns, daß Heilungsvorgänge eingesetzt haben. Wir haben hier jedoch nicht ein einziges Kalkband, sondern können deutlich zwei durch eine hellere strukturlose Zone osteoiden Gewebes getrennte, gewellt verlaufende und ausgefranzte Verkalkungslinien erkennen. Auf die zweite Verkalkungslinie folgt proximalwärts eine noch kalkarme, jedoch schon etwas Struktur zeigende Schicht, welche von dem fertigen Knochen abermals durch einen schmalen, weniger deutlich zu erkennenden Schatten getrennt ist. Diese etagenweise Schichtung scheint dafür zu sprechen, daß die Heilung durch Rezidive unterbrochen war, denen sich abermals erneute Heilungsprozesse angeschlossen haben. Am proximalen Tibiaende ist keine etagenweise Schichtung zu erkennen, jedoch hat hier das verbreiterte Kalkband einen unregelmäßigen Verlauf. Am oberen Fibulaende ist eine muldenförmig ausgeschwungene, ausgefranzte Verkalkungszone zu sehen.

Fig. 13. Oberschenkel desselben Kindes nach Herausnahme und Durchsägung in der Frontalebene.

Sehr interessant ist der Vergleich des Bildes von dem aus dem Zusammenhang gelösten Knochen mit dem durch vitale Röntgenaufnahme gewonnenen. Wir können hier den Aufbau der einzelnen Etagen am unteren Schaftende deutlicher erkennen. Wir sehen, daß das Bälkchenwerk der Spongiosa gegen das Schaftende hin dichter und kräftiger wird. Es folgt dann, getrennt durch einen schwachen, eben angedeuteten Kalksaum ein ca. 2 mm breiter Streifen, der ein besonders dichtes Gefüge zeigt, für Lichtstrahlen jedoch noch ziemlich durchgängig ist. Wir haben es also mit einem noch unvollkommen verkalkten Knochengewebe zu tun. Wir erkennen dann weiterhin — wenigstens in der lateralen Hälfte deutlich ausgeprägt — das doppelte Kalkband, welches das helle osteoide Gewebe einschließt. Die Kalkbänder haben gewellten Verlauf und zeigen distalwärts die typische Ausfransung. An der medianen Seite des unteren Femurendes ist die Schichtung nicht so deutlich, die Kalkablagerung geringer, wie auch die hier noch stärkere Ausfransung den Eindruck erweckt, daß an dieser Stelle die Heilung noch weniger fortgeschritten ist. Das proximale Femurende und der Schenkelhals wird durch eine breite Lage, fast strukturlosen und gegen die Knorpelwucherungszone hin ausgefranzten Gewebes gebildet. Auch hier ist die Grenze zwischen dem fertigen und unfertigen Knochen durch ein gewellt verlaufendes Kalkband gebildet.

Fig. 14. Rachitis im fortgeschrittenen Stadium der Heilung. Kniegelenk eines 2 $\frac{1}{2}$ jährigen Knaben. (Die Vorderarmknochen und Unterschenkelknochen desselben Knaben sind in Fig. 8 und 17 abgebildet.)

Der Abschluß der Diaphysen wird durch ein ziemlich breites, keinerlei Struktur zeigendes Kalkband gebildet. Dasselbe ist überall gleich breit und läßt keine Ausfransung erkennen. Von ihm durch eine fast 1 cm breite, undeutlich Knochenstruktur erkennen lassende, Zone getrennt, erblickt man einen zweiten, ebenfalls ziemlich breiten, jedoch weniger intensiv sich markierenden, strukturlosen, wohl durch abgelagerten Kalk bedingten Schatten. Auch hier müssen wir annehmen, daß der Heilungsprozeß vorübergehend durch eine Exacerbation unterbrochen wurde.





Tafel IV.

Fig. 15. Rachitis gravissima. Unterschenkel eines 2jährigen Knaben, dessen Oberschenkel in Fig. 11 abgebildet sind.

Wie am Oberschenkel findet sich auch hier als Ausdruck der schweren floriden Rachitis die charakteristische Ausfransung der am Fußgelenk erheblich verbreiterten Diaphysenenden bei Fehlen von röntgenologisch nachweisbarer Kalkablagerung. Die Unterschenkelknochen weisen mäßige Verbiegungen auf. Infraktionen sind am Schaftteil der Unterschenkelknochen nicht vorhanden. Nur zwischen Malleolus

internus und Schaft scheint beiderseits eine solche bestanden zu haben, wie man aus der winkligen Stellung des Malleolus zum Schaftteil schließen kann.

Fig. 16. Rachitis in sanatione. Unterschenkel eines 1 $\frac{1}{2}$ -jährigen Kindes.

Ähnlich wie an dem in Fig. 7 abgebildeten distalen Ende der Vorderarmknochen wird das untere Schaftende der Tibia durch das für die heilende Rachitis charakteristische, gewellte und ausgefranzte Kalkband begrenzt. Auch hier ist eine etagenweise Schichtung vorhanden, indem parallel diesem Kalkband ein zweiter, allerdings nur eben erkennbarer, von ersterem durch eine helle Zone osteoiden Gewebes getrennter Schatten verläuft. Denselben Befund sehen wir am oberen Ende der Tibia. Nur hat hier der breite Kalksaum einen schon fast gradlinigen Verlauf. Die Spongiosa zeichnet sich durch eine starke Durchleuchtbarkeit und eine weitmaschige, sich nur undeutlich markierende Struktur aus. Weniger weit fortgeschritten ist die Heilung am Oberschenkel. Der intensive Schatten am Schaftende beweist uns, daß auch hier bereits wieder kalkhaltiges Material abgelagert ist. Jedoch ist die ganze Zeichnung verschwommen, so daß Einzelheiten nicht deutlich zu erkennen sind.

Fig. 17. Rachitis in sanatione. Unterschenkel eines 2 $\frac{1}{2}$ -jährigen Knaben, dessen Vorderarm und Kniegelenksgegend in Fig. 8 und 14 abgebildet sind.

Ähnlich dem in Fig. 8 abgebildeten Vorderarm weisen die Unterschenkelknochen, besonders des linken Beines, eine klobige Beschaffenheit auf. An der Grenze des oberen und mittleren Drittels der linken Tibia erkennen wir die Reste einer alten Fraktur. Es hatte hier scheinbar eine vollkommene Kontinuitätstrennung stattgefunden. Die Rindenschicht ist auf beiden Seiten unterbrochen. Die Lücken füllt ein mächtiger, den Knochen mantelartig umgebender und von dem, alle Verbiegungen des Knochens ausgleichender, Osteophyt nicht zu trennender Callus aus. Die linke Fibula zeigt eine, etwa in der Mitte des Schaftendes gelegene, durch Infraktion hervorgerufene stumpfwinklige Abknickung. Die Konkavität der Knickung wird auch hier durch einen mächtigen, bereits etwas intensiveren Schatten gebenden osteoiden Callus ausgefüllt. Am rechten Unterschenkel scheinen Infraktionen zu fehlen. Die Verbiegungen sind infolgedessen nicht so hochgradig. Ein geringes, sehr wenig Schatten gebendes periostales Osteophyt ist auch hier entsprechend der Konkavität vorhanden. Die Schaftenden zeigen die bei der Erklärung der Fig. 8 und 14 beschriebene etagenweise Schichtung. Wir haben auch hier ein breites, annähernd gradlinig verlaufendes Kalkband; parallel zu ihm, durch eine breite, heller durchleuchtete, aber bereits Andeutungen von Struktur zeigende Zone getrennt, einen zweiten, etwas schwächer ausgeprägten, auf kalkhaltiges Gewebe zurückzuführenden Schatten.

Fig. 18. Fast abgelaufene Rachitis. Unterschenkel eines 4-jährigen Knaben mit rachitischem Rosenkranz, im Wachstum zurückgebliebenen Extremitäten und x-förmiger Verkrümmung der Beine.

In die Augen springend ist vor allem die starke Verbiegung der Knochen, besonders der Fibula. Die Corticalis ist auf der konkaven Seite sehr stark verdickt und wirft auf der Platte den intensiven, vollkommen strukturlosen Schatten des sklerotischen Knochens. Die Verdickung ist dadurch zustande gekommen, daß ursprünglich ein periostales Osteophyt die Konkavität ausfüllte. Dieses ist nunmehr verkalkt und von der Corticalis nicht mehr zu trennen. Die Schaftenden bieten ein ähnliches Aussehen, wie im vorigen Bilde: Breites nicht mehr ausgefranztes Kalkband ohne irgendwelche Andeutung einer Knochenstruktur. Darüber eine aufgehellte geringe Struktur zeigende Zone. Bemerkenswert ist, daß die Vorderarmknochen zwar noch eine plumpe Gestalt und Verbiegungen zeigen, die Schaftenden jedoch wieder ihr normales Aussehen erlangt haben.

Fig. 19. Fast geheilte Rachitis.

Während wir an den in Fig. 9 abgebildeten Vorderarmknochen eine mehrfache etagenweise Schichtung erkennen können, wird die Begrenzung des unteren Diaphysenendes der Unterschenkelknochen durch ein intensives, zwar noch verbreitertes, jedoch bereits lineares und keine Ausfransungen mehr erkennen lassendes Kalkband gebildet. Diaphysenwärts zeigt der Knochen noch auf große Ausdehnung eine starke Durchlässigkeit und eine sehr weitmaschige, sich nur wenig deutlich markierende Struktur.

Fig. 20. Rachitis sanata. Unterschenkel eines 1 $\frac{3}{4}$ -Jahre alten Kindes. (Die Vorderarme desselben Kindes sind in Fig. 10 abgebildet.)

Die Epiphysenlinien zeigen wieder annähernd ihre normale lineare Gestaltung. Als Überbleibsel der überstandenen Rachitis sehen wir eine, wahrscheinlich auf eine vorausgegangene Infraktion zurückführende, Abbiegung der Fibula an der Grenze des mittleren und unteren Drittels.

An den unteren Schaftenden fällt als Residuum einer früheren Rachitis noch eine gewisse Verbreiterung derselben, bedingt durch eine Ausladung der einander zugekehrten Ränder von Tibia und Fibula auf. Die gleichen Verhältnisse zeigt auch das obere Schaftende der Tibia.



15



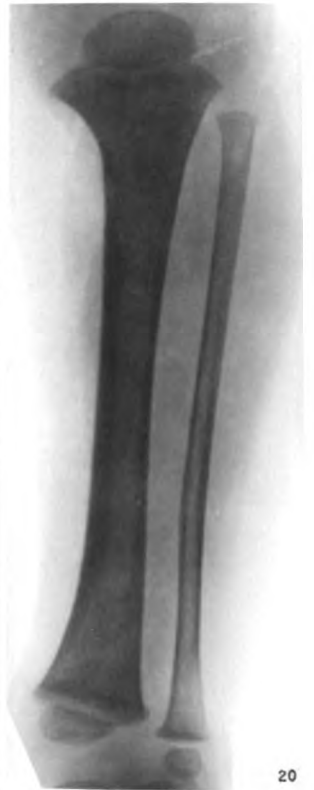
16



17



18



20



19



Tafel X.

Fig. 31—33. Rachitis in verschiedenen Stadien der Heilung. Vorderarm eines 2jährigen Knaben, der zurzeit der ersten Aufnahme noch nicht stehen und gehen gelernt hatte, sich in einem äußerst elenden Zustand befand und die Erscheinungen schwerster Extremitäten- und Schädelrachitis darbot. Zur Zeit der zweiten Aufnahme (vier Monate später) war klinisch keine nennenswerte Besserung zu erkennen, während nach fünf weiteren Monaten, als die dritte Aufnahme angefertigt wurde, das Kind einen munteren und gesunden Eindruck machte und angefangen hatte, zu laufen.

In Fig. 31 zeigt uns die geringe Differenzierbarkeit der Knochen, das Fehlen einer präparatorischen Verkalkungszone, sowie namentlich an der Ulna die charakteristische Ausfransung der, ein dichtes Gefüge zeigenden, unteren Schaftenden, daß wir es mit dem floriden Stadium der Rachitis zu tun haben. An der Grenze der beiden oberen Viertel der Ulna befindet sich eine Infraktion mit reichlichem, die Bruchenden nach oben und namentlich unten weit überragendem, noch teilweise osteoidem Callus. Die Mächtigkeit desselben erklärt sich dadurch, daß etwas oberhalb der Mitte sich eine zweite Infraktion befindet. Auch bei der zweiten Aufnahme (Fig. 32) ist die Ausfransung der unteren Schaftenden noch erkennbar, wir können indes bereits Andeutungen eines linearen Kalksaumes an den verbreiterten Schaftenden wahrnehmen. Die Bälkchenzeichnung tritt etwas deutlicher zutage und auch der Callus wirft einen etwas kräftigeren Schatten. Ganz überraschend ist jedoch die Besserung im Verlauf der nächsten fünf Monate. Fig. 33 zeigt uns denselben Arm, diesmal in umgekehrter — dorsoventraler — Strahlenrichtung aufgenommen. Wir können den Vorderarmknochen, die um $1\frac{1}{2}$ cm an Länge zugenommen haben, nicht mehr ohne weiteres ansehen, daß sie ehemals rachitisch verändert waren. Sie werfen auf der Platte einen kräftigen, sich gut von den Weichteilen abhebenden Schatten. Die Spongiosastruktur, die allerdings noch auffallend dicht erscheint, ist bis unmittelbar an die lineare Verkalkungslinie zu verfolgen. Von dem periostalen Osteophyt ist nichts mehr zu sehen. Sehr interessant ist, wie vollkommen die Ulna sich an den Frakturstellen wiederhergestellt hat. Die Markhöhle ist wieder ununterbrochen in normaler Weite vorhanden und lediglich eine Verdickung der Corticalis legt noch Zeugnis ab von der hier früher vorhandenen Fraktur. In ganz ähnlicher Weise hatten sich auch die rachitischen Veränderungen, die in diesem Falle ziemlich gleichmäßig über das Skelettsystem ausgebreitet waren, an den unteren Extremitäten zurückgebildet.

Fig. 34—36. Rachitis in verschiedenen Stadien der Heilung. Vorderarme eines $2\frac{1}{2}$ jährigen Mädchens mit schwerster Schädel- und Extremitätenrachitis. Das Kind hatte bisher weder laufen noch stehen gelernt. Es war $\frac{5}{4}$ Jahre zuvor schon einmal wegen Masern im Krankenhaus gewesen. Aus der betreffenden Krankengeschichte geht hervor, daß es schon damals mit schwerer Rachitis behaftet war. Zur Zeit der zweiten (Fig. 35), einen Monat nach der ersten vorgenommenen, Röntgenaufnahme hatte sich das Allgemeinbefinden bedeutend gebessert, das Kind machte jedoch noch keine Gehversuche, während zurzeit der dritten Aufnahme (Fig. 36) das Kind seine Beine gebrauchte, viel stand und auch angefangen hatte, zu laufen.

Fig. 34 zeigt uns das Bild der schwersten osteomalazischen Form der Rachitis. Infolge der hochgradigen Armut an Kalksalzen heben sich die Knochen kaum von den Weichteilen ab. Spongiosastruktur ist höchstens an den Vorderarmknochen, wenn auch verwaschen zu erkennen. Die aufgetriebenen Diaphysenenden sind ausgefranst und gehen fast unmerklich in den Weichteilschatten über. Die Ulna weist eine bogenförmige Verkrümmung auf, die durch Infraktionen am proximalen Ende und in der Mitte des Schaftes bedingt sind. Einen wesentlich kräftigeren Schatten geben die Knochen bereits bei der vier Wochen später vorgenommenen Untersuchung (Fig. 35). Die proximalen Schaftenden zeigen zwar noch die charakteristische Ausfransung bei Fehlen einer zusammenhängenden präparatorischen Verkalkungszone, jedoch können wir bereits wieder eine, wenn auch noch ziemlich weitmaschige Spongiosastruktur erkennen. Sowohl am Radius wie an der Ulna sind ausgedehnte periostale Auflagerungen von osteoidem Gewebe sichtbar. Zwei Monate später (Fig. 36) beweist uns das breite, zickzackförmig geschwungene Kalkband, daß nunmehr intensive Heilungsvorgänge eingesetzt haben. Die Knochen verursachen auf der Platte einen dichten Schatten, die Spongiosastruktur ist zwar immer noch weitmaschig, aber die einzelnen Knochenbälkchen treten als kräftige Schatten zutage. Auch das periostale Osteophyt beginnt sich mit Kalksalzen zu imprägnieren, wie aus der scharfen, intensiven, äußeren Begrenzungslinie, die es darbietet, zu ersehen ist. Die proximalen Epiphysenlinien der Vorderarmknochen zeigen bereits einen linearen Verlauf, die an sie grenzenden Schaftteile entbehren noch, namentlich am Radius, der Struktur. Beachtenswert ist, daß, wie ein Blick auf Fig. 35 und 36 lehrt, die Metakarpalknochen den Vorderarmknochen ganz analoge Strukturverhältnisse darbieten. Hingewiesen sei noch auf das Auftreten und die rasche Vergrößerung der Knochenkerne der unteren Radiusepiphyse und des Carpus. Auch in diesem Falle war die Erkrankung in annähernd gleicher Intensität über das Skelettsystem, soweit es untersucht wurde, verbreitet und auch die Ausheilung schritt an den unteren Extremitäten in demselben Tempo fort, wie an den oberen.





Tafel XII.

Fig. 42–45. Rachitis in verschiedenen Stadien der Heilung. Unterschenkel und Vorderarm eines 1 $\frac{1}{2}$ jährigen Jungen.

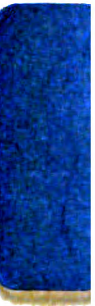
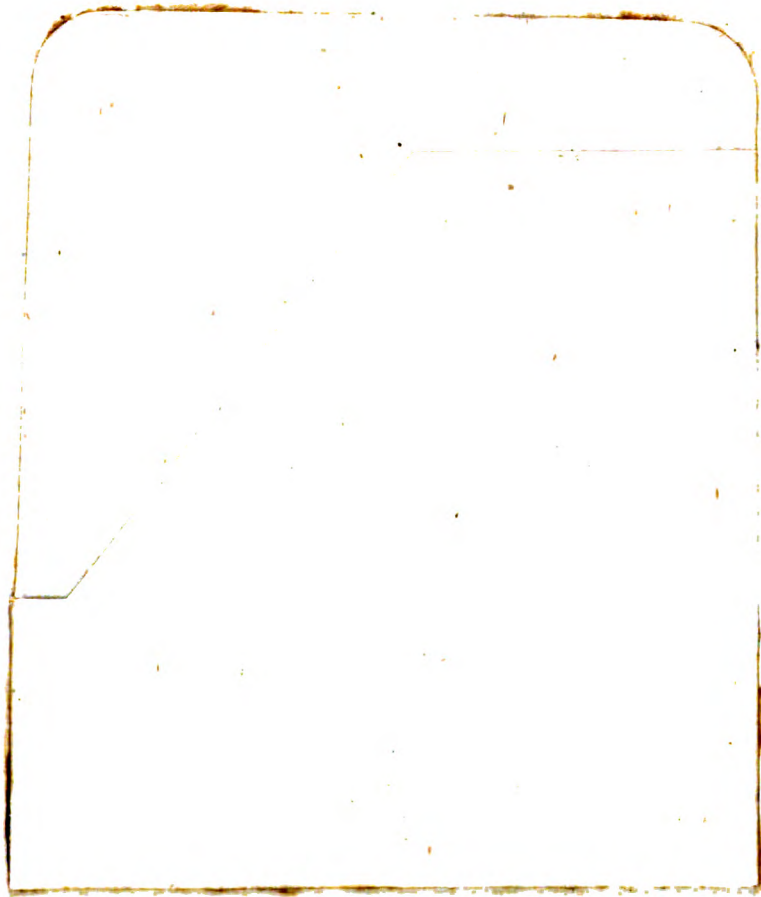
Der Vergleich der Fig. 42 und 43 läßt uns erkennen, in wie ungeahnt kurzer Zeit die Natur es versteht, gewaltige Fortschritte im Umbau des Knochens vom pathologischen zur Norm zu machen. Wer die beiden Bilder ohne Kommentar betrachtet, wird wohl kaum ahnen, daß sie von demselben Kind stammen, und zwischen den beiden Aufnahmen ein Zwischenraum von nur sechs Wochen liegt. Die starke Durchleuchtbarkeit der Knochen in Fig. 42, das Fehlen von röntgenologisch nachweisbarer Kalkablagerung an den mächtig aufgetriebenen und charakteristische Ausfransung aufweisenden unteren Schaftenden zeugt für die Schwere des rachitischen, hier noch im floriden Stadium befindlichen Prozesses. Sechs Wochen später sehen wir bereits ein breites, becherförmig geschwungenes und ausgefranztes Kalkband. Der ganze Knochen wirft einen intensiveren Schatten und auch die Krümmungen erscheinen weniger hochgradig, was allerdings zum Teil seinen Grund in der veränderten Lage der Beine bei der zweiten Aufnahme hat (Fig. 43). An den Vorderarmknochen waren die Veränderungen von vorneherein weniger schwer, der Unterschied zwischen den beiden Aufnahmen weniger in die Augen springend, wie aus dem Vergleich der Fig. 44 und 45 zu ersehen ist.











en und pathologischen Anatomie in typischen Röntgenbildern

Die Entwicklung des menschlichen Knochengerüsts während des fötalen Lebens von **Lambertz**, Stabsarzt bei der Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen. Mit 10 Tafeln und 20 Figuren im Text. Kart. Preis 12 M.

Die angeborenen Verbildungen der oberen Extremitäten von Prof. Dr. **Georg Joachimshal**. Mit 8 Tafeln und 24 Figuren im Text. Kart. Preis 9 M.

Die angeborene Luxation des Hüftgelenkes von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Max Schede**. Mit 8 Tafeln. Kart. Preis 8 M.

Die topographische Anatomie der oberen Extremität von Dr. **R. Jedlička**, Dr. **G. Kratzenstein** und Dr. **W. Scheffer**. Mit 14 Tafeln. Kart. Preis 10 M.

Die Frakturen und Luxationen I. (Die Frakturen und Luxationen der Finger und des Carpus, die Frakturen des Metacarpus und der Vorderarmknochen) von Prof. Dr. **Oberst** in Halle a. S. Mit 192 Röntgenbildern auf 22 Tafeln. Kart. Preis 20 M.

Die röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen der Brusteingeweide von Doz. Dr. **Edo Holzknicht** in Wien. 229 Seiten. Mit 60 Abbildungen im Text und 50 Röntgenbildern auf 8 Tafeln. Geb. Preis 25 M.

Die Schussverletzungen von Generalarzt Dr. **Schjerning**, Stabsarzt Dr. **Thöle** und Stabsarzt Dr. **Voss**. Vergriffen.

Die angeborenen Verbildungen der unteren Extremitäten von Prof. Dr. **Georg Joachimshal**. Mit 62 Röntgenbildern auf 9 Tafeln und 52 Abbildungen im Text. Kart. Preis 12 M.

Die Entwicklung der Knochen der Extremitäten von der Geburt bis zum vollendeten Wachstum. Obere Extremität von Prof. Dr. **Wilms**. Untere Extremität von Dr. **C. Sick**. Mit 92 Röntgenbildern auf 16 Tafeln. Kart. Preis 16 M.

Die Diagnose des Nierensteins mit Hilfe der neueren Untersuchungsmethoden von Dr. **Rumpel**. Mit 50 Röntgenbildern auf 10 Tafeln und 9 Abbildungen im Text. (Aus dem Allg. Krankenhaus Hamburg-Eppendorf, I. chirurg. Abteilung, Prof. Dr. Kummell.) Kart. Preis 11 M.

Die Schädelbasis im Röntgenbilde nebst einem Anhang: **Über die Nähte, Gefäßfurchen und traumatischen Fissuren des Schädels** von Dr. **Artur Schüller** in Wien. Mit einem Vorwort von Doz. Dr. **Holzknicht**. Mit 5 Tafeln, 6 zugehörigen Skizzenblättern und 30 Abbildungen im Text. Geb. Preis 14 M.

Die normale und pathologische Anatomie des Hüftgelenks und Oberschenkels von Dr. **Alban Köhler** in Wiesbaden. Mit 12 Tafeln und 35 Abbildungen im Text. Geb. Preis 22 M.

Die Entwicklung der knöchernen Wirbelsäule von Dr. **Béla Alexander**. Mit 42 Röntgenbildern auf 20 Tafeln und 14 Originalzeichnungen im Text. Geb. Preis 20 M.

Knochensyphilis im Röntgenbild von Dr. **R. Hahn** in Hamburg und Prof. Dr. **Deycke-Pascha** in Constantinopel. Mit 81 Bildern auf 10 Tafeln. Geb. Preis 11 M.

Die röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen des Magendarmkanals von Dr. **F. Goldammer**. Mit 11 Tafeln und einem Vorwort von Prof. Dr. H. Kummell. Geb. Preis 11 M.

Über Geschwülste und entzündliche Erkrankungen der Knochen von Stabsarzt Dr. **O. Rumpel**. Mit 140 Röntgenbildern auf 23 Tafeln. (Aus der königl. chirurg. Universitätsklinik zu Berlin.) Geb. Preis 34 M.

Die Spondylitis tuberculosa im Röntgenbilde von Dr. **Ludwig Rauenbusch**. Mit 22 Röntgenbildern auf 11 Tafeln und 11 Skizzenblättern. (Aus der königl. Universitätspoliklinik für orthopäd. Chirurgie in Berlin.) Geb. Preis 11 M.

Die Möller-Barlow'sche Krankheit von **Eug. Fraenkel**. Mit 1 farbigen und 5 photographischen Tafeln. (Aus dem patholog. Institut des allgem. Krankenhauses Hamburg-Eppendorf.) Geb. Preis 10 M.

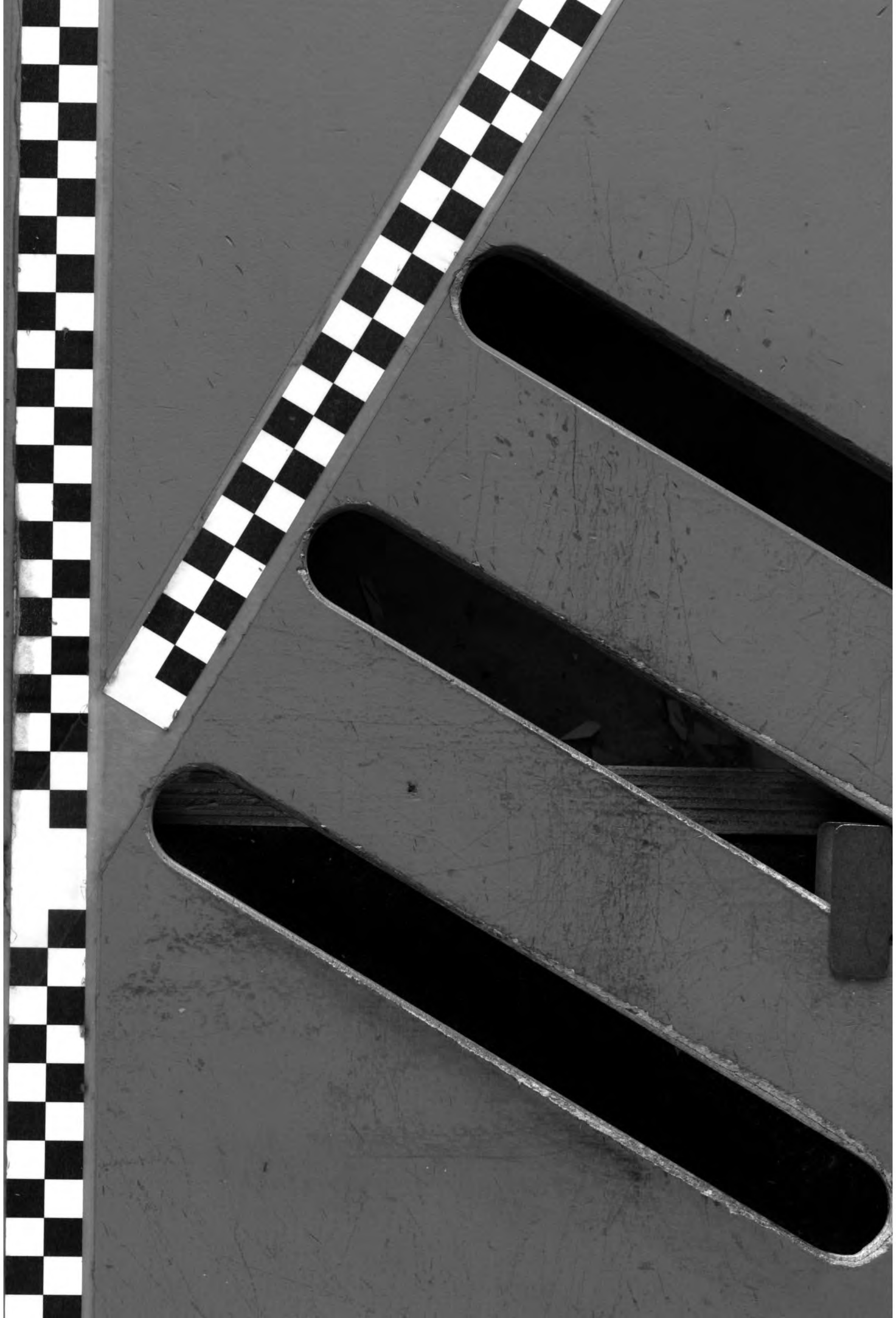
Die Pneumonie im Röntgenbilde von **R. v. Jaksch** und **H. Rotky** in Prag. Mit 59 Röntgenbildern auf 10 Tafeln und 10 Skizzenblättern. Geb. Preis 11 M.

Röntgendiagnostik des uropoëtischen Systems von Dr. **G. Fedor Haenisch** in Hamburg. Mit 24 Handzeichnungen und 51 Röntgenbildern auf 16 Tafeln. Geb. Preis 15 M.

Die Entwicklung und der Bau des Kretinenskeletts im Röntgenogramme von Dr. **Eugen Bircher**, Assistenzarzt der chirurg. Klinik (Prof. Wilms) in Basel. Mit 121 Röntgenbildern auf 12 Tafeln, 21 Abbildungen und 4 Schriftproben im Text. Geb. Preis 24 M.

Die Rachitis im Röntgenbild von Prof. Dr. **Eug. Fraenkel** und Dr. **Alex. Lorey** in Hamburg mit 45 Röntgenbildern und 12 Tafeln. Geb. Preis 11 M.

Die Verletzungen des Ellenbogengelenks im Röntgenogramm mit besonderer Berücksichtigung der Frakturen des unteren Humerusendes von Dr. **E. Wendt**. Mit 179 Röntgenbildern auf 18 Tafeln. (Aus dem Krankenhaus „Bergmannstrost“ [Geheimrat Oberst] zu Halle a. S.) Geb. Preis 17 M.



Lucas Gräfe & Sil

llung in Hamburg.

UNIVERSITY OF MINNESOTA
biom.per 22
stack no.59

Fortschritte auf dem Gebiete der Röntge



3 1951 002 712 862 E

Archiv und Atlas

der

normalen und pathologischen Anatomie in typischen Röntgenbildern

- Band 1: **Die Entwicklung des menschlichen Knochengerüsts während des fötalen Lebens** von **Lambertz**, Stabsarzt bei der Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen. Mit 10 Tafeln und 20 Figuren im Text. Kart. Preis 12 M.
- Band 2: **Die angeborenen Verbildungen der oberen Extremitäten** von Prof. Dr. **Georg Joachimsthal**. Mit 8 Tafeln und 24 Figuren im Text. Kart. Preis 9 M.
- Band 3: **Die angeborene Luxation des Hüftgelenkes** von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Max Schede**. Mit 8 Tafeln. Kart. Preis 8 M.
- Band 4: **Die topographische Anatomie der oberen Extremität** von Dr. **R. Jedlička**, Dr. **G. Kratzenstein** und Dr. **W. Scheffer**. Mit 14 Tafeln. Kart. Preis 10 M.
- Band 5: **Die Frakturen und Luxationen I.** (Die Frakturen und Luxationen der Finger und des Carpus, die Frakturen des Metacarpus und der Vorderarmknochen) von Prof. Dr. **Oberst** in Halle a. S. Mit 192 Röntgenbildern auf 22 Tafeln. Kart. Preis 20 M.
- Band 6: **Die röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen der Brusteingeweide** von Doz. Dr. **Guido Holzknacht** in Wien. 229 Seiten. Mit 60 Abbildungen im Text und 50 Röntgenbildern auf 8 Tafeln. Geb. Preis 25 M.
- Band 7: **Die Schussverletzungen** von Generalarzt Dr. **Schjerning**, Stabsarzt Dr. **Thöle** und Stabsarzt Dr. **Voss**. Vergriffen.
- Band 8: **Die angeborenen Verbildungen der unteren Extremitäten** von Prof. Dr. **Georg Joachimsthal**. Mit 62 Röntgenbildern auf 9 Tafeln und 52 Abbildungen im Text. Kart. Preis 12 M.
- Band 9: **Die Entwicklung der Knochen der Extremitäten von der Geburt bis zum vollendeten Wachstum.** Obere Extremität von Prof. Dr. **Wilms**. Untere Extremität von Dr. **C. Sick**. Mit 92 Röntgenbildern auf 16 Tafeln. Kart. Preis 16 M.
- Band 10: **Die Diagnose des Nierensteins mit Hilfe der neueren Untersuchungsmethoden** von Dr. **Rumpel**. Mit 50 Röntgenbildern auf 10 Tafeln und 9 Abbildungen im Text. (Aus dem Allg. Krankenhaus Hamburg-Eppendorf, I. chirurg. Abteilung, Prof. Dr. Kümmell.) Kart. Preis 11 M.
- Band 11: **Die Schädelbasis im Röntgenbilde** nebst einem Anhang: **Über die Nähte, Gefäßfurchen und traumatischen Fissuren des Schädels** von Dr. **Artur Schüller** in Wien. Mit einem Vorwort von Doz. Dr. **Holzknacht**. Mit 6 Tafeln, 6 zugehörigen Skizzenblättern und 30 Abbildungen im Text. Geb. Preis 14 M.
- Band 12: **Die normale und pathologische Anatomie des Hüftgelenks und Oberschenkels** von Dr. **Alban Köhler** in Wiesbaden. Mit 12 Tafeln und 35 Abbildungen im Text. Geb. Preis 22 M.
- Band 13: **Die Entwicklung der knöchernen Wirbelsäule** von Dr. **Béla Alexander**. Mit 42 Röntgenbildern auf 20 Tafeln und 14 Originalzeichnungen im Text. Geb. Preis 20 M.
- Band 14: **Knochensyphilis im Röntgenbild** von Dr. **R. Hahn** in Hamburg und Prof. Dr. **Deycke-Pascha** in Constantinopel. Mit 81 Bildern auf 10 Tafeln. Geb. Preis 11 M.
- Band 15: **Die röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen des Magendarmkanals** von Dr. **F. Goldammer**. Mit 11 Tafeln und einem Vorwort von Prof. Dr. H. Kümmell. Geb. Preis 11 M.
- Band 16: **Über Geschwülste und entzündliche Erkrankungen der Knochen** von Stabsarzt Dr. **O. Rumpel**. Mit 140 Röntgenbildern auf 23 Tafeln. (Aus der königl. chirurg. Universitätsklinik zu Berlin.) Geb. Preis 34 M.
- Band 17: **Die Spondylitis tuberculosa im Röntgenbilde** von Dr. **Ludwig Rauenbusch**. Mit 22 Röntgenbildern auf 11 Tafeln und 11 Skizzenblättern. (Aus der königl. Universitätspoliklinik für orthopäd. Chirurgie in Berlin.) Geb. Preis 11 M.
- Band 18: **Die Möller-Barlow'sche Krankheit** von **Eug. Fraenkel**. Mit 1 farbigen und 5 photographischen Tafeln. (Aus dem patholog. Institut des allgem. Krankenhauses Hamburg-Eppendorf.) Geb. Preis 10 M.
- Band 19: **Die Pneumonie im Röntgenbilde** von **R. v. Jaksch** und **H. Rotky** in Prag. Mit 59 Röntgenbildern auf 10 Tafeln und 10 Skizzenblättern. Geb. Preis 11 M.
- Band 20: **Röntgendiagnostik des uropoëtischen Systems** von Dr. **G. Fedor Haenisch** in Hamburg. Mit 24 Handzeichnungen und 51 Röntgenbildern auf 16 Tafeln. Geb. Preis 15 M.
- Band 21: **Die Entwicklung und der Bau des Kretinenskeletts im Röntgenogramme** von Dr. **Eugen Bircher**, Assistenzarzt der chirurg. Klinik (Prof. Wilms) in Basel. Mit 121 Röntgenbildern auf 12 Tafeln, 21 Abbildungen und 4 Schriftproben im Text. Geb. Preis 24 M.
- Band 22: **Die Rachitis im Röntgenbild** von Prof. Dr. **Eug. Fraenkel** und Dr. **Alex. Lorey** in Hamburg mit 45 Röntgenbildern und 12 Tafeln. Geb. Preis 11 M.
- Band 23: **Die Verletzungen des Ellenbogengelenks im Röntgenogramm mit besonderer Berücksichtigung der Frakturen des unteren Humerusendes** von Dr. **E. Wendt**. Mit 179 Röntgenbildern auf 18 Tafeln. (Aus dem Krankenhaus Bergmannstrasse (Geheimrat Oberst von H. H. ...)



Minnesota Library Access Center

9ZAR05D04S10TFF