

XXIV.

Der Streit über das Epithel der Lungenbläschen.

Von Dr. C. J. Eberth, Prosector in Würzburg.

(Hierzu Taf. V. Fig. 1—5.)

Nicht leicht ist über einen Gegenstand der Histologie so lange gestritten worden, wie über das Epithel der Lungenbläschen. Nahezu 20 Jahre dauern die Verhandlungen, wenn auch mit Unterbrechungen fort. Die negative Behauptung scheint endlich siegen zu wollen, wenigstens sind für dieselbe in rascher Folge mehrere Kämpfen erstanden, denen, wie es scheint, bis jetzt das Feld überlassen wurde. Ihre Resultate sind auch fürwahr so übereinstimmend, die Täuschungen, welche sie nachweisen, so verständlich, dass sie manchen überzeugen mochten, aber trotzdem muss ich ihnen entgegentreten.

Die Mittheilungen von Deichler*), Zenker**), Henle***) und Munk†) sind wohl noch so frisch im Gedächtnisse, dass es genügen wird, einige Punkte daraus hervorzuheben. Das Geschichtliche der ganzen Frage hat zum Theil dort auch die gehörige Be rücksichtigung gefunden, um Einzelnes nur in Kürze anführen zu können. Einstimmig wird behauptet, den Alveolen fehle ein Epithel vollständig und die Capillargefässse seien frei der Lust ausgesetzt. Wir erfahren auch die Täuschungsquellen, die bisher zur irri gen Annahme eines Epithels führten. So sollen nach Mandl und Henle von den Bronchien in die Alveolen gelangte Epithelien und

*) Zur Frage ob die Lungenbläschen ein Epithel besitzen oder nicht. Zeitschr. f. rat. Medicin. 3. Reihe X. Bd. 1861. und Beitrag zur Histologie des Lungengewebes. Göttingen 1861.

**) Denkschrift zum 50jährigen Doctorjubiläum von Carl Gustav Carus, herausgegeben von der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Dresden. 1861.

***) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen 1862.

†) Deutsche Klinik No. 8. 1862.

pathologische Körnchen und Eiterzellen, die Kerne der Bläschenwände, welche innerhalb der Lücken des Capillarnetzes mit grosser Regelmässigkeit liegen, für Bläschenepithelien, Querschnitte feiner Bronchien für Alveolen und ihr Epithel für das der letzteren gehalten worden sein. Nach Henle zeigen die Abbildungen Schröder van der Kolk's jene Stromakerne sehr deutlich und stellen die collabirten Capillargefässer als Grenzen der dieselben umschliessenden Zellen dar. Auch Radelysse Hall habe die eigenen Kerne der Alveolenwand gesehen und darum die Grenzen der entsprechenden Zellen verwischt gefunden. Henle bildet in seinem Handbuche die in den Maschen der Capillaren liegenden Kerne der Bläschenwand ab, welche durch Carmin sichtbar gemacht worden waren.

Zu anderen Täuschungen gaben nach Deichler, Zenker und Munk die in die Höhle der Bläschen vorspringenden Capillaren Veranlassung.

Ich habe vorzugsweise die Kalbs- und Schweinelunge untersucht, die ich entweder frisch aufgeblasen trocknete, oder, nachdem die Gefässer mit Leim und Carmin injicirt waren, theils in Alcohol erhärtete, theils nach längerem Verweilen daselbst trocknete. Ich machte nun dünne, oberflächliche Schnitte, welche die Pleura mit den terminalen Lungenbläschen enthielten. Diese Schnitte geben eine grosse Zahl von Flächen- und Durchschnittsansichten der Bläschen und schützen zugleich vor einer etwaigen Verwechslung der letzteren mit feinen Bronchien. An den Lungen, wie man sie aus Schlachthäusern erhält, ist für gewöhnlich wenig von einer Gefässinjection zu sehen, die Gefässer sind zusammengefallen, die Vorsprünge derselben, welche man sonst ganz leicht zur Anschauung bringt, sind nur sehr schwach ausgeprägt.

Auf der Innenfläche der terminalen Bläschen erkennt man ein ziemlich vollständiges, zartes Epithel, dessen 0,012—0,015 Mm. grosse, zarte feinkörnige, leicht polygonale und mit einem Kern versehenen Zellen nur durch schmale spaltenförmige Lücken von einander getrennt werden. An Bläschedurchschnitten erscheinen diese Epithelien flach gewölbt, an ihrer Basis nur durch kleine Zwischenräume geschieden. Eine Verwechslung der Zellen mit Ge-

fässvorsprüngen oder mit Kernen der Bläschenwand und der Gefäße ist nicht möglich, weil erstere nur sehr wenig ausgesprochen und wie die Kerne der Capillaren und Bläschenwand kleiner sind als die Epithelien.

Dieselben Bilder ergaben andere Schnitte.

Eine frische von den Gefäßen aus mit Leim und Carmin injizierte Schweinelunge, die dann in Alcohol erhärtet und getrocknet wurde, zeigt bei allen Schnitten folgendes. Schon nach Zusatz von Wasser und Alcohol erkennt man in den Maschen der Gefäße 0,012 – 0,018 Mm. grosse, sehr blasse, rundliche und polygonale Zellen, je nach der Grösse der Capillarmaschen in einer Zahl von 1 bis 3. Die Zellen werden sowohl von einander, wie von der äussersten Begrenzung der Gefäßwände durch feine Spalten getrennt, manche bedecken auch die Gefäße theilweise, meist aber nur so viel, dass die grösste Convexität der Gefässschlingen frei bleibt. Bei Anwendung einer starken Vergrösserung (Oberhäuser System 9, Ocular 3) habe ich mich sehr häufig davon überzeugt, dass Epithelzellen oft zur Hälfte auf den Gefäßen liegen. Vergl. Taf. V. Fig. 5. Auf Durchschnitten der Bläschen sieht man die Epithelien vorzugsweise zwischen den Vorsprüngen der Capillaren bald als ganz flach gewölbte, bald als leicht spindelförmige Zellen, die sich durch ihre Zartheit und Grösse von den kleineren dunkler contouirten Kernen der Gefässwand leicht unterscheiden. Ihre äussere Form ist hier anders als bei der nicht injicirten Lunge, dort nur als flache Erhebungen nach innen auftretend, erscheinen sie jetzt als ungleichseitige Dreiecke, deren grösste Seite der Bläschenhöhle zugewendet ist. So liegen sie zwischen den Vorsprüngen der Capillaren eingekleilt, die grösste Convexität derselben in der Regel freilassend.

Nach Wasserzusatz ist für gewöhnlich an den Epithelzellen kein Kern wahrzunehmen, 1 pCt. Ac. macht denselben als einen dunklen Körper und in der Peripherie der Zelle eine sehr zarte Membran sichtbar.

Man trifft jedoch auch sehr viele grössere Alveolen, die nach innen durch eine schärfere gleichmässige Begrenzung ausgezeichnet sind und an denen weder von einem Epithel noch von zahlrei-

cheren vorspringenden Gefässen etwas zu sehen ist. Die Gefässwindungen liegen unter der Oberfläche, sehr wenige treten etwas über die letztere hervor. Diese Stellen kann ich für nichts anderes auffassen, als für die Mündungen einzelner Alveolen, deren Scheidewände bei ihrer äussersten scharfen Begrenzung gegen die Infundibula und den sehr sparsam vorhandenen kurzen Gefässvorsprüngen für die Epithelien nicht die hinreichend breite Unterlage zu bieten im Stande sind.

Je nach dem Füllungszustande der Gefässse und der Ausdehnung der Bläschen ändert sich auch die Weite der Maschen und die Dictheit des Epithellagers. Hieraus erkläre ich mir die oft sich widersprechenden Angaben über das Bläschenepithel. Bei wenig ausgedehnten, nicht injicirten Lungen sind die trennenden Spalten zwischen den einzelnen Zellen klein, das Zellenlager scheint darum vollständiger. Solche Präparate mögen denen vorgelegten haben, welche ein aus dicht an einander stossenden Zellen gebildetes Pflaster behaupteten. Die etwa noch gebliebenen Lücken zwischen den Zellen wurden dann bei Flächenansichten von Vorsprüngen der Capillaren eingenommen, die dazu beitragen konnten, die Epitheldecke noch vollständiger erscheinen zu lassen. Hierzu mag vielleicht noch gekommen sein, dass die wenig vorspringenden Zellen durch Druck des Deckglases etwas gepresst wurden, wodurch sie sich abplatteten und ausbreiteten, und die vorhandenen Lücken noch mehr zum Verschwinden brachten. Auf dem Durchschnitte konnte aus den vorhin besprochenen Ursachen auch sehr leicht das Bild eines vollständigen Epithellagers entstehen.

Meine Erfahrungen sind sonach in grosser Uebereinstimmung mit denen von Donders, nach welchem die Alveolwände mehr oder weniger vollständig von einem einfachen Pflasterepithel aus rundlichen, nicht ganz aneinander schliessenden Zellen bedeckt werden, an denen man Kerne und nicht selten auch Fettkörnchen wahrnimmt. Nur lässt Donders *) die Capillaren dicht unter den Zellen in der Faserschicht verlaufen, was nur in beschränktem Maasse der Fall ist.

*) Lehrbuch der Physiologie. I. Bd. S. 351.

Richtig hat Ecker die Anordnung der Gefässe erkannt, während er über das Verhalten des Epithels, trotz einer gewissen Uebereinstimmung mit Donders doch nicht zur vollen Sicherheit gelangt ist. Nach ihm finden sich in den Bläschen zerstreut und bisweilen den Wandungen aufliegend nicht selten einzelne oder auch wohl zusammenhängende, körnige Zellen von 0,010 Mm. Ein wirkliches Epithel sei aber gewöhnlich auch bei ganz frisch getöteten Thieren nicht wahrzunehmen und die Capillaren schienen so zu sagen nackt der Luft exponirt. Hat Ecker unter der Bezeichnung wirkliches Epithel eine aus dicht anschliessenden Zellen bestehende Ueberkleidung verstanden, so mag er Recht haben. Seine Abbildung mehrerer Alveolen mit injicirten Gefässen giebt jedoch kein Bild des Verhaltens der Epithelien, denn die Zellen zwischen den Gefässen fehlen, und nur in einem Alveolus liegt frei eine Gruppe rundlicher Zellen.

Henle's Zeichnung von einer Bläschenwand mit injicirten Gefässen lässt in den Maschen der letzteren 1 bis 2 ovale Kerne erkennen, welche der Bläschenwand angehören sollen. Ich sehe in diesen nur die durch Carmin sichtbar gemachten Kerne der Epithelien. Meiner Auffassung steht freilich die Behauptung entgegen, der Profil-Durchschnitt der Alveolen sei vollkommen scharf und eben contouirt. Aber dies gilt nur, wie ich schon oben erwähnt, für die Mündungen der Alveolen in die Infundibula.

Nach der Henle'schen Zeichnung wären die Kerne ziemlich häufig, während ich die eigentlichen Kerne der Wände sehr spärlich und mehr verlängert finde. Auch Deichler*) beobachtete die Kerne des Stomas nur vereinzelt und selten.

Die negativen Resultate Zenker's mögen wohl grössttentheils durch die Präparationsmethode veranlasst worden sein. Er sagt: an gut gelungenen Schnitten der frischen Lunge eines Hingerichteten waren die Capillaren mit ihren vorspringenden Schlingen wohl zu sehen und in der Umgebung der Schnitte, zum Theil auch frei in den Alveolen lagen ziemlich spärliche Pflasterepithelien, aber in keiner Alveole solche in Situ; die Präparationsmethode (Anfertigung

*) Beitrag zur Histologie des Lungengewebes S. 5.

von Doppelmesserschnitten und Ausbreitung derselben mit Vermeidung von Zerrung) hätte unmöglich das Epithel so vollständig trennen können. Wir erfahren daraus nicht, in welchem Medium die Objecte untersucht und welche Reagentien auf dieselben angewandt wurden. Wurde einfaches Wasser benutzt, so wäre es nicht zu verwundern, warum die Epithelien überall frei waren. An einem anderen Orte, bei Besprechung der Gefäße wird wohl angeführt, die Doppelmesserschnitte seien sorgfältig ausgebreitet, mit Salzwasser abgespült und mit diesem befeuchtet, ohne Deckglas untersucht worden. Diese Beobachtungen waren jedoch an einer gewöhnlichen Leiche und nur in Rücksicht auf die Gefäße gemacht, und es bleibt zweifelhaft, ob dieselbe Präparation auch für die Darstellung der Epithelien gilt.

Die Bemerkung, dass die von mir in den Alveolen wahrgekommenen Epithelien eben keine ursprünglich hier vorhandenen, sondern von den Bronchien losgelöste waren, muss ich in Rücksicht der von mir benutzten, oben erwähnten Darstellungsmethode abweisen.

Allzu vollständige Injection der Gefäße mit undurchsichtiger Masse, wie sie Deichler benutzte, wodurch einerseits die zwischen den Epithelien und Gefäßen befindlichen Lücken zum Verschwinden gebracht wurden, und die äussersten Grenzen der Epithelien mit denen der Gefäße zusammenfielen, Nichtanwendung von Ac., wodurch die Membran der Zellen und ihre Kerne nicht deutlich wurden, scheinen mir die Ursachen gewesen zu sein, warum auch die neuesten Beobachter die Epithelien vollständig übersehen haben. Die ausgezeichnete Eigenschaft der Ac. für die Darstellung der Epithelien hat auch Waters vor nicht langer Zeit besonders hervorgehoben.

Nachdem von mir der Beweis für ein Alveolenepitheil geliefert wurde, haben auch die vergleichend anatomischen Facta, durch welche Zenker seine Behauptung unterstützte, zunächst nur untergeordneten Werth. Da sie aber zum Theil unrichtig und unvollständig sind, mögen sie hier eine Besprechung finden. Zenker beruft sich auf Rainey's Angabe, die feinsten Lufträume der Vogelunge seien so klein, dass sie nicht eine einzige Epithelzelle auf-

zunehmen im Stande wären und auf seine eigenen und Leydig's negativen Resultate über das Lungeneipthel der Taube. Mir selbst ist es bis jetzt gleichfalls nicht gelungen, an frischen, in Alkohol erhärteten und injicirten Taubenlungen ein Epithel nachzuweisen. Daraus möchte ich jedoch noch nichts Bestimmtes schliessen, so lange mir nicht directere vergleichende Untersuchungen zu Gebote stehen, und zudem von Williams und Schröder van der Kolk*) das Vorkommen eines sehr dünnen, durchscheinenden Epithels auf dem gefässtragenden Balkengewebe behauptet wurde.

Rainey und Zenker glaubten endlich die ganze Frage dadurch abzuschneiden, dass sie sagten, es fehle sogar der Boden für das Epithel, die Lufträume der Vogellunge und die Alveolen der Maus seien so klein, dass sie durch ein Epithel fast völlig ausgefüllt und für ihre Funktion untauglich werden müssten. Wenn aber hier kein Epithel möglich sei, so sei dasselbe für die Menschenlunge gewiss nicht wesentlich für den Prozess der Respiration. Ich habe hier nicht die Absicht, die Leistungen des Lungeneipthels zu untersuchen, fühle mich aber wohl veranlasst, obige Bemerkungen über die Raumverhältnisse der betreffenden Lungenbläschen zu berichtigen. Ich finde die feinsten Lufträume der Taube nicht so klein und Schröder van der Kolk berechnet für die kleinsten Luftgänge der Vogellunge 9,012 Mm. Die Alveolen der Maus haben allerdings nur einen Durchmesser von 0,015—0,045 Mm. Aber diese Zahlen geben noch kein genaues Maass für den wirklichen Durchmesser, weil sie zum grossen Theil durch die Richtung des Schnittes bestimmt werden. An von der Trachea aus injicirten Mäuselungen sind die Alveolen noch grösser. — Uebrigens finde ich auch nach Zusatz verdünnter Ac. in der getrockneten Lunge sehr zarte, 0,006—0,007 Mm. grosse, rundliche, mit Kern versehene Epithelien auf der Bläschenwand.

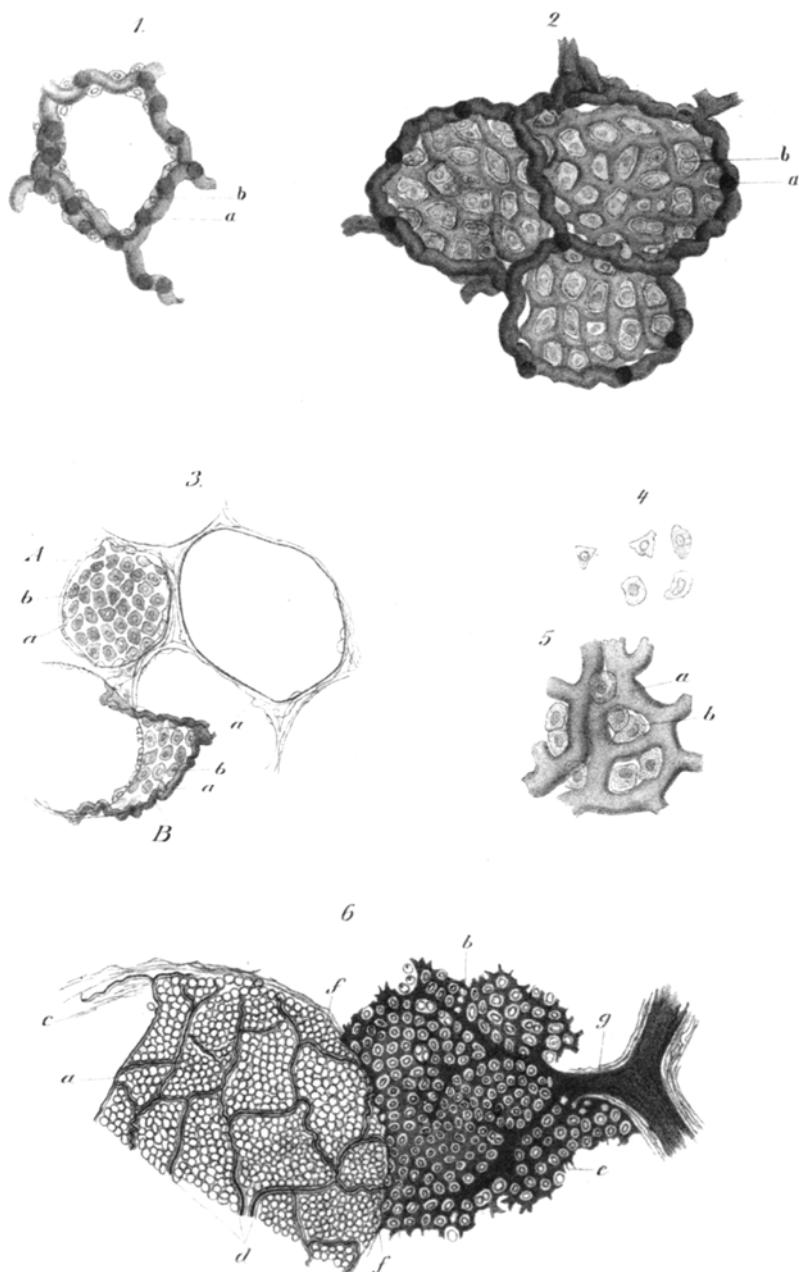
Cobitis fossilis, welcher zum Theil durch den Darm athmet und dessen gefässreiche Schleimhaut nach Leydig ohne Epithel ist, habe ich bis jetzt noch nicht erhalten können. Vielleicht ergeben neue Untersuchungen ähnliche Verhältnisse wie in der Säugethierlunge.

*) Archiv der holländischen Beiträge. Bd. II 1860. S. 94.

Deichler will gleichfalls die physiologische Unmöglichkeit eines Epithels darthun. Wie sollte, sagt er, eine Auskleidung der inneren Bläschenwand mit Epithel möglich sein, da dieselbe wegen der unzähligen Menge von Ausbuchtungen und Vorsprüngen der Capillaren eine durchaus unebene und höckrige Oberfläche darstellt, die bei jeder In- und Expiration ihr Niveau ändert. Denn, wenn hierbei die Lage der Gefäße eine andere wird und letztere eine grössere absorbirende und exhalirende Fläche darbieten, müsste auch die Epitheldecke entsprechend ihre Lage ändern. Solcher Locomotionen seien aber die Epithelien nicht fähig. Hr. Deichler betrachtet dies für ausgemacht, ohne irgend welche Analogien anführen zu können, welche bewiesen, dass überall bei Organen, deren Oberfläche sich wiederholt ändert, ein überkleidendes Epithel entweder fehlt oder nur unvollkommen vorhanden ist. Aber hierfür giebt es keine Belege. Die Iris und die Darmzotten, welche am meisten solche Niveauänderungen erfahren, besitzen ein sehr vollständiges Epithel, erstere wenigstens an ihrer hinteren Fläche.

Von den Gefässen will ich noch hervorheben, dass sie an den Mündungen der Bläschen spärliche freie Vorsprünge bilden. In den feineren Alveolen liegt der grösste Theil ihrer äussersten Schlingen frei.

Hr. Zenker kommt am Schlusse seiner Abhandlung auf die Frage zurück, wie weit man berechtigt sei, die Lungen als Drüsen aufzufassen. Es wird erinnert, dass dieselben gerade eines zum Begriff der Drüse wesentlichen Bestandtheils, der Drüsenzellen entbehren, und da dies für ihn ein ausgemachtes Factum ist, mag er dieselben immer trotz der lobulären Struktur aus der Reihe der Drüsen streichen. Anders ist die Sache, da wirklich ein, wenn auch unterbrochenes Epithel existirt, über dessen Bedeutung wir allerdings noch wenig wissen; so lange aber hierüber noch keine sicheren Erfahrungen vorliegen, mag es vom morphologischen Standpunkte aus gerechtfertigt sein, die Lungen als Drüsen zu betrachten. Würden freilich fortgesetzte Untersuchungen für die Vogellunge das Fehlen des Epithels bestätigen, so würden wir dadurch gewiss einen wichtigen Anhaltspunkt für die Auffassung der Säugethier-



lunge gewinnen. Für diese Frage hoffe ich bald weitere Mittheilungen vorlegen zu können.

Die Vogellunge, welche Zenker im Gegensatz zu Leydig als prinzipiell verschieden von der Säugethierlunge erscheint, weil in ihr die feinsten Alveolen als nach allen Seiten offene Hohlräume mit den geschlossenen Alveolen der letzteren nichts gemein haben, besitzt wohl, wie ich nach Injection von der Trachea aus sehe, in der Peripherie der einzelnen Lungenpfeifen geschlossene Räume, die nicht mit denen benachbarter Pfeifen communiziren und den Bläschen der Säugethierlunge entsprechen.

Nachdem die Gegner ihre Schlüsse so bestimmt gefasst hielten, erlaube ich mir die eigenen Resultate in einigen Sätzen auszusprechen.

Die Lungenbläschen besitzen in ihrem Grunde und den Seitenwänden ein zartes unterbrochenes Epithel, welches vorzugsweise die Maschen der Gefässe einnimmt. Nur die schmalen freien Ränder der Alveolensepta sind ohne Epithel.

Die Dichtigkeit des Epithellagers ist abhängig von der Ausdehnung der Alveolen und dem Füllungszustande der Gefässe.

Die zwischen den Epithelien befindlichen Gefäßvorsprünge haben bisher zur Annahme eines vollständigen Epithels geführt.

Die in den Capillarmaschen liegenden und bald als Epithel-, bald als Stromakerne aufgefassten Bildungen sind die Kerne der Epithelien.

Erklärung der Abbildungen.

Die Bezeichnungen sind für alle Figuren gleich.

Fig. 1. Durchschnitt einer Alveole der Schweinslunge nach Zusatz verdünnter Ac. etwa 300mal vergrössert. a Vorspringende Gefäßschlingen. b Die zwischen und auf ihnen liegenden Epithelien. Aus einem Präparate, welches frisch injicirt, nach mehrätigem Erhärten in Alcohol getrocknet wurde.

Fig. 2. Flächenansicht mehrerer Alveolen derselben Lunge nach Zusatz verdünnter Ac. Man sieht an vielen Stellen die schmalen Lücken zwischen den Gefässen und Zellen. 300fache Vergrösserung.

- Fig. 3. Aus einer frischen, aufgeblasenen und getrockneten Kalbslunge nach Zusatz verdünnter Ac. A Flächenansicht einer Alveole. B Die Epithelien in Profil. Die Gefäße waren nicht injiziert und darum ihre Vorsprünge bei Flächenansichten undeutlich. Vergrösserung 300fach.
- Fig. 4. Einzelne Epithelien nach Zusatz von Ac bei etwa 500facher Vergrösserung aus den Alveolen obiger Schweinslunge.
- Fig. 5. Capillarmaschen mit zwischen- und aufliegenden Epithelien aus demselben Präparate und bei derselben Vergrösserung mit Ac behandelt.
- Sämmtliche Figuren sind genaue Copien.

XXV.

Chirurgische Erfahrungen über Knochenverbiegungen und Knochenwachsthum.

Von Dr. Richard Volkmann,
Docenten der Chirurgie in Halle.

„Es kann keine Vergleichung zwischen dem phosphorsäuren Kalke, wenn er sich im lebenden Organismus und wenn er sich außerhalb desselben befindet, gemacht werden.“
B. B. Cooper (Chirurg. Versuche über Knochenbrüche etc.).

Die Chirurgen und Orthopäden haben von jeher Gelegenheit gehabt, sich davon zu überzeugen, dass die Tela ossea ein höchst bewegliches, Formveränderungen ungemein zugängliches Gewebe ist.

Nachdem man daher gesehen, dass pathologische Knochenneubildung und physiologisches Knochenwachsthum in ihrem Geschehen wie in ihren Resultaten eine bis in die feinsten Details zu verfolgende Uebereinstimmung darboten, war man mit Recht geneigt, für die krankhaften Gestaltveränderungen der Knochen: für die Verbiegungen und die Aufreibungen, für die Verdickungen und den Schwund dieselben Gesetze zu postuliren, welche man für die das Wachsthum begleitenden Abänderungen der Gestalt am physiologischen Scelette gefunden zu haben glaubte.