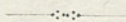


DER INNERE CALLUS,

SEINE

ENTSTEHUNG UND BEDEUTUNG.



INAUGURALDISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT

DER HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ZÜRICH

DURCH

JOHANN ULRICH HILTY

VON

WERDENBERG.



ZÜRICH,

Druck von E. Kiesling.

1852.

MEINEM LIEBEN VATER,

Herrn

JOHANN ULRICH HILTY,

Med. Dr.,

als schwaches Zeichen meiner Dankbarkeit

gewidmet.

Der innere Callus,

SEINE ENTSTEHUNG UND BEDEUTUNG.

Ueber die Wichtigkeit und Bedeutung, welche die verschiedenen Theile eines Knochens bei Wiederherstellung einer an demselben erfolgten Verletzung haben, hatte man von jeher die verschiedensten Ansichten.

Soviel schien klar, zur Ausgleichung musste eine Flüssigkeit geliefert werden, die die Fähigkeit hatte, in eine dem ursprünglichen Knochen analoge Masse übergeführt werden zu können, die wirklich verknöchern konnte.

Woher kam aber diese Flüssigkeit?

Die Einen hielten sie rein nur für das aus den durch die Verwundung zerrissenen Gefässen ergossene Blut, das sich organisire und so die Grundlage zu einem neuen Knochengewebe bilde. (HUNTER, MECKEL.) Andere sahen es richtiger für ein wirkliches Entzündungsprodukt, für ein Exsudat an, waren aber wieder uneinig über den Ort seiner Entstehung. Manche liessen es so aus den

den Knochen umgebenden Weichtheilen, Muskeln, Zellgewebeparthien etc., entstehen und zwar aus diesen allein oder in Verbindung mit dem Periostium, Andere schrieben dem Periostiumexsudate schon frühe ausschliesslich diese Eigenschaft zu. (MACDONALD, TROJA.) Wieder Andere fügten ihm als gleichbedeutend noch die Markhaut bei, wie DuHAMEL und BLUMENBACH; während auf der andern Seite eine ebenso grosse Anzahl von Forschern stand, wie namentlich HALLER, DETLEF u. A. m., die gar nichts von den Weichtheilen wissen wollten und nur dem Knochen allein die Fähigkeit sich wiederzuerzeugen zuschrieben, und dazu einen eigenen aus seinen unverletzten Parthien ausgeschwitzten Succus ossificus annahmen.

Es ist ein Verdienst der neueren Zeit, besonders seit dem Vorgange DUPUYTREN's, dass wir auch über diesen Punkt genauere Arbeiten und gründlichere Belehrung haben. Ich erwähne nur Arbeiten, wie sie F. MIESCHER, HEINE, besonders VÖTSCH und Andere mehr lieferten. Trotzdem sind wir noch lange nicht über alle Vorgänge vollständig aufgeklärt. Namentlich fiel mir auf, dass alle diese neueren Untersucher hauptsächlich nur dem Exsudate des Periostiums ihre Aufmerksamkeit zuwandten, das auf der äussern Oberfläche des Knochens abgesetzt wird; an die Möglichkeit aber, dass auch von den Gefässen des Markkanales ein ähnliches Exsudat abgesetzt werden könne, entweder gar

nicht dachten, oder dasselbe doch der Erwähnung nicht werth hielten.

Vieles zu dieser Ungenauigkeit mochte der Umstand beitragen, dass sie ihre Untersuchungen nur an Knochenbrüchen machten. Entstand nachher auch ein sogenannter innerer Callus, so hielt man ihn gewöhnlich, und in diesem Falle oft nicht mit Unrecht, für in die Wunde hineingelaufenes Periostiumexsudat, beachtete ihn aber jedenfalls nicht weiter, indem er für die Heilung der Knochenbrüche meist gar keine, oder doch nur eine höchst untergeordnete Wichtigkeit erlangt.

Da es nun aber doch namentlich in pathologischen Fällen eine Anzahl ziemlich wichtiger Erscheinungen giebt, die wir uns ohne Annahme einer solchen von Seite der Markraumgefäße ausgehenden Knochenneubildung durchaus nicht erklären können, — ich erwähne nur die theilweise oder vollständige Ausfüllung des Markkanales mit Knochensubstanz, die sog. Sclebose; ferner die stete Neubildung einer festen Knochenlamelle bei von aussen auf den Knochen drückenden Geschwülsten und andern mehr; so entschloss ich mich, der Aufmunterung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. MEYER, zu folgen und einige genauere Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, deren Resultate ich in diesem Schriftchen der Oeffentlichkeit zu übergeben wage.

Zugleich ergreife ich die Gelegenheit, Herrn

Prof. MEYER meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die Freundlichkeit und Zuvorkommenheit, mit der er mir bei diesen Untersuchungen mit Rath und That zur Seite stand.

Bevor ich jedoch zur Beschreibung meiner Versuche übergehe, kann ich nicht unerwähnt lassen, dass einzig HYRTL in seinem Lehrbuche der Anatomie eines Versuches erwähnt, der darauf hinweist, dass auch er den in der Markhöhle verlaufenden Gefässen einen wichtigeren Antheil an der Bildung und Regeneration des Knochens zuschreibt. Nur ist der Versuch mit zu wenig Genauigkeit gemacht, als dass er Beweiskraft haben könnte.

HYRTL band nämlich nur auf ein im Oberarmbeine eines Thieres in die Markhöhle hineingebohrtes Loch ein Leinwandband, um dadurch das Hereinlaufen des Periostiumexsudates zu verhüten. Ein blosses Leinwandband konnte aber bei seiner Porosität sicher diesen Einwand nicht vollständig beseitigen.

UNTERSUCHUNGS-METHODE.

Ich habe meine Versuche an Kaninchen gemacht, und um sie möglichst rein zu haben, nur diejenigen Röhrenknochen der Thiere dazu verwendet, deren oberflächliche Lage die nöthigen Operationen ohne bedeutende Verletzung der umgebenden Weichtheile gestattete, daher vor allen die Tibia, in einzelnen Fällen wohl auch den Humerus.

I. Versuch. Der erste Versuch bestand darin, dass dem Thiere auf der innern Seite des obern Drittheiles der Tibia nach sorgfältiger Trennung der Haut und nachdem in Entfernung von etwa 1 Zoll das Periostium abgeschabt worden war, mit einem feinen Bohrer ein Loch bis in die Markhöhle hinein gebohrt wurde. Das Loch wurde hierauf sogleich gewöhnlich mit einem gut polirten Elfenbeinzapfen — ich benützte aber auch Zapfen von Ebenholz, dicke Silberstifte, (alles Stoffe, von deren Zusammensetzung keine medicamentöse Wirkung zu erwarten war, und die doch ganz compact waren) — vollständig verstopft und der Zapfen

im Niveau der Knochenoberfläche abgesägt. Die äussere Wunde schloss ich hier, wie in allen nachherigen Versuchen, mit der blutigen Nath, um auch so durch eine möglichst schnelle, per primam intentionem erzielte Heilung, alle störende Einflüsse vom Heilungsvorgange im Knochen abzuhalten.

Der gleiche Versuch wurde zu verschiedenen Zeiten an den verschiedenen Knochen desselben Thieres, oder an einem andern Thiere wiederholt, um eine vollständige Uebersicht über die verschiedenen auf einander folgenden Bildungsvorgänge zu erhalten.

II. Versuch. Da man aber bei den obigen Versuchen stets nur ein verhältnissmässig sehr kleines Loch bohren konnte — der Zapfen hatte etwa $\frac{1}{2}$ Linie Durchmesser — und es sich oft nicht verhüten liess, dass der Zapfen zu weit in die Markhöhle eindrang und so das Mark zu sehr verletzte, so versuchte ich ein ähnliches Resultat auf einem andern Wege zu erlangen, wobei es möglich war, einen grösseren Theil der Knochenwandung blosszulegen, ohne dabei den Inhalt der Markhöhle zu beschädigen. Dies geschah auf folgende Weise: Nachdem wie oben der obere Drittheil der innern Seite der Tibia eines Kaninchens blossgelegt war, machte ich mit einer feinen Uhrfedersäge zwei schräg von oben nach unten und innen nach auswärts die blossgelegte Seite der

Substantia dura durchschneidende Sägeschnitte, die etwa 2 — $2\frac{1}{2}$ Linien von einander entfernt waren, meisselte sodann das zwischen den Sägeschnitten gelegene Knochenstück weg und ersetzte es mit einem Elfenbeinblatte, das wie ein Schiebdeckel bei einer Holzschachtel in die Knochenwunde hineingeschoben wurde und dieselbe ohne den Inhalt der blossgelegten Markhöhle im Geringsten zu verletzen, vollständig verschloss.

Die zu beiden Seiten über den Knochen hervorstehenden Ränder des Schiebers wurden abgefeilt, die zur Seite geschobenen Muskelparthien wurden darüber gelegt und die Wunde zugenäht.

III. Versuch. Um zu sehen, welchen Einfluss eine Verletzung der Dura, die jedoch die Markhöhle nicht eröffnete, auf die Bildung eines inneren Callus haben könne, meisselte ich an der oft genannten inneren Seite der Tibia eines Kaninchens, nachdem vorher das Periostium eine Strecke weit abgeschabt worden war, von der Dura vorsichtig so viel weg, bis nur eine ganz feine Lamelle den Markkanal deckte, was durch das blaue Durchschimmern der Höhlung und der leicht blutenden Gefässe auf dem Boden der Knochenwunde angezeigt wurde, und schloss dann die Wunde auf die gewöhnliche Weise.

IV. Versuch. Es galt nun einen wirklichen Druck anzubringen, wie er etwa von Geschwülsten,

die von aussen nach innen auf den Knochen drücken, ausgeübt wird. Um auch deren allmähliche Vergrösserung möglichst nachzuahmen, bediente ich mich eines Stückchens sehr porösen Holzes, das ich unter dem Schraubstocke auf ziemlich $\frac{1}{4}$ seiner Dicke zusammenpresste. Dieses, obenauf mit einem Messingblättchen belegt, befestigte ich auf eine von allen Weichtheilen entblösste Stelle eines Humerus, ziemlich nahe über dem Cubitalgelenke. Die Befestigung geschah mittelst eines Silberdrahtes, der mit möglichster Schonung der Weichtheile zwischen ihnen und dem Knochen herumgeführt wurde, und dessen Enden über dem Holzstückchen fest zusammengedreht wurden.

Auch diese Wunde vereinigte ich soweit es gieng mit der blutigen Nath.

V. Versuch. Um das Verhalten eines fremden Körpers in der Spongiosa des Knochens zu prüfen, wie sie etwa in Folge von Schüssen, Stichen, bei denen das spitze Instrument in der Wunde abbricht, u. s. w. vorkommen können, bohrte ich mit einer Pfrieme quer durch das obere Gelenkende einer Tibia einen Kanal und verschloss ihn ganz mit einem starken Silberstifte.

VI. Versuch. Hier wurde zu demselben Zwecke wie beim vorigen Versuche ein Silberstift in die Markhöhle selbst hineingebracht, in der Hoffnung, derselbe werde wenigstens theilweise

von einer neugebildeten Knochenkapsel umlagert, ähnlich wie etwa solche fremde Körper in parenchymatösen Organen von einer festen Zellgewebsschichte umgeben und so möglichst unschädlich gemacht werden. Zu dem Ende bohrte ich mit einer Pfrieme am untern Ende einer Tibia ein schräg von unten nach oben in die Markhöhle dringendes Loch und schob durch dasselbe einen Silberdraht so weit durch den Markkanal hinauf, bis ich auf Widerstand stiess. Die Länge des eingeschobenen Drahtes liess mich schliessen, dass der Draht durch die ganze Länge des Markkanales bis zum obern Gelenkende gedrungen sei. Dicht an der Eingangsöffnung wurde nun der Draht abgeschnitten und die Wunde verschlossen.

RESULTATE DER UNTERSUCHUNGEN.

Da ich es für eine unnütze Weitläufigkeit hielte, die genauere Beschreibung jedes einzelnen Befundes hier wieder zu erzählen, besonders da sich selbst auch in den Ergebnissen der verschiedenen Versuchsweisen fast durchgängig eine gewisse Gleichmässigkeit zeigte, so beschränke ich mich hier darauf, nur eine möglichst gedrängte in ihren Hauptmomenten zusammengefasste Uebersicht des Bildungsvorganges zu geben, wie er sich mir bei den verschiedenen Versuchen in seinen einzelnen Stadien zu erkennen gab. Ich theile die Vorgänge der Uebersichtlichkeit wegen in anatomische, dem blossen Auge erkennbare, und histologische, mit Hülfe des Mikroskopes genauer verfolgte. Zuvor will ich nur noch erwähnen, dass fast in allen Fällen sich die äussere Hautwunde per primam intentionem schloss. Nur bei den unter Nr. 2 und 4 angeführten Versuchen bildete sich eine bedeutende Eiterung, die sich aber nach aussen entleerte, ohne den Knochen im Geringsten in Mitaffection zu ziehen. Das abgeschabte Periostium

hatte sich wiederum gebildet, war nur noch verdickter und blutreicher als im Normalzustande.

I. Anatomischer Vorgang.

In der ersten Zeit nach Verletzung der Dura durch den eingedrungenen Zapfen, den schliessenden Schieber etc., zeigte sich im Markkanale eine vermehrte Turgeszenz, das Mark war röther, scheinbar fester, die Gefässe desselben von Blut strotzend. Kurze Zeit darauf bildete sich nun um die verletzte Stelle herum auf der der Markhöhle zugekehrten Fläche des Knochens, zwischen ihr und dem Knochenmarke ein bald kleineres, bald grösseres, immer mehr wachsendes Exsudat, das sich um den eingedrungenen Zapfen herum legte oder, drang er nicht zu weit nach innen vor, ihn vollständig überbrückte. Besonders deutlich sah man diese Ueberbrückung in dem Versuche, wo der Schieber angebracht war. Ein Theil des Markes wurde dadurch verdrängt und schien durch eine deutliche Membran vom Exsudate getrennt zu sein.

Das Exsudat war anfangs eine gleichmässige gelbliche Masse, analog gewöhnlichem serösem Exsudate; nach und nach wurde es immer consistenter, gallertartiger. Die Exsudatschichte hatte unmittelbar an dem die Wunde verschliessenden Zapfen, besonders wenn er etwas in die Markhöhle hineinragte, den grössten Durchmesser, und

flachte sich von da nach aussen ringsum ab. Sie bildete also eine kegelförmige Erhebung, deren Basis auf der Knochenwandung auflag, deren abgestumpfte Spitze an das zurückgedrängte Mark angrenzte und in deren Axe der Zapfen steckte.

In der Peripherie dieses Exsudatkegels zeigten sich nun die ersten weiteren Veränderungen. Hier wurde er zuerst fest, und schon nach 2 — 3 Tagen zeigten sich hier die ersten Spuren der Verknorpelung. Die darunter liegende, früher — wie jetzt noch der übrige Theil der inneren Knochenoberfläche — ganz glatte Knochenwandung wurde auf ihrer Oberfläche etwas rau und höckerig, was man besonders bei dem Versuche, die Exsudatschichte etwas abzuschaben, deutlich merken konnte, indem stets einzelne Theilchen am Knochen hängen blieben. Die Verknorpelung nahm nun allmählig gegen den Zapfen hin zu und gleichmässig schritt sie auch von der inneren Oberfläche des Knochens gegen den Markkanal hin vorwärts. Nach 4 — 6 Tagen war oft schon die ganze Masse verknorpelt. Während dieser Zeit zeigten sich schon, von derselben Stelle ausgehend, in derselben Ordnung aufeinanderfolgend, die ersten Erscheinungen des Verknöcherungsprozesses, der oft so rasch fortschritt, dass schon nach 8 — 10 Tagen das Exsudat in eine knöcherne Kapsel umgewandelt war, die den eingebrachten fremden Körper umschloss.

Der Grund, warum die Entwicklung des Ex-

sudates gerade an der Peripherie des Kegels am schnellsten vor sich gieng, liegt auf der Hand. Die Exsudatschichte ist dort am dünnsten, die umliegenden Gefässe des Markkanales können ihr also unmittelbar das zur Umbildung nöthige Material herbeiführen, was bei der dickeren Schichte erst dann möglich ist, wenn durch neue Gefässbildung die Communication mit den Gefässen des Markkanales oder den einmündenden Aesten der Haversischen Knochenkanälchen wieder hergestellt ist.

Im Anfange des Verknöcherungsprozesses liess sich schon mit blossem Auge die neugebildete Knochenmasse leicht von der alten unterscheiden. Ihr elfenbeinartiges, glänzendweisses Aussehen stach deutlich ab von dem dunkleren, gelblichen Gewebe des anliegenden alten Knochens. Aber bald, oft schon 8 Tage nach dem ersten Auftreten der Verknöcherung, war das äussere Aussehen des neuen Knochens dem des alten ganz gleich. Nur durch's Mikroskop liessen sich noch einige deutliche Unterschiede wahrnehmen, die ich später anführen werde.

So gestalteten sich die Verhältnisse jedesmal bei den Versuchen, die unter Nr. 2 angeführt sind; ebenso bei denen unter Nr. 1, wenn der in das Bohrloch geschobene Zapfen nicht zu weit in die Markhöhle hineinragte. Geschah dieses, so fand ich, besonders wenn ich das Thier rasch tödtete, das innere Ende des Zapfens noch ganz

unbedeckt von neuem Gewebe an das Mark anlehnen, während ringsum die kegelförmige Auflagerung schon ganz vollkommen verknöchert war. Der Zapfen stack dann gewöhnlich fest im Bohrloche, liess sich aber nach der Durchsägung des Knochens ziemlich leicht berausschieben, und sowohl er, als die ihn umschliessende Callusmasse zeigten ganz glatte Wandungen und keinerlei Adhäsionen.

Bei der Versuchsweise Nr. 3 hatte sich entsprechend der äusseren Knochenwunde auch eine innere Auflagerung gebildet; doch war sie verhältnissmässig sehr unbedeutend. Der kegelförmige Charakter war nicht ganz ausgeprägt. Die äussere Knochenwunde hatte sich mit einer vom Periostium gelieferten Exsudatmasse ausgefüllt, die aber nach 8 Tagen fast durchgängig noch ganz knorplig war, während die innere Auflagerung vollständig zu Knochenmasse sich umgebildet hatte. Es ist das ein Beweis, dass das innere Exsudat einer schnelleren Umbildung fähig ist, als das des Periostiums, wahrscheinlich wieder aus dem Grunde, weil hier die Blutzufuhr reichlicher und ungestörter vor sich geht. Wenn allerdings wohl in diesem Falle sich nicht läugnen lässt, dass der Umstand, dass die Markhaut unverletzt war, während das Periostium theilweise vom Knochen abgeschabt worden war, auch etwas beitragen mochte.

Aehnlich verhielt es sich bei Nr. 4. Das

Holzstückchen war, wie erwartet, aufgequollen und hatte seine frühere Gestalt wiederum angenommen; an der Stelle, an der es am Knochen auflag, war der Knochen etwas ausgehöhlt, und dieser Ausbuchtung entsprechend hatte sich innen eine leichte Ablagerung gebildet; stärker war jedoch die Ablagerung an der entgegengesetzten Seite, wo der Draht besonders gedrückt hatte.

Der 5te Versuch hatte den gewünschten Erfolg in ausgezeichneter Weise. Die Spongiosarings um den eingebrachten Silberstift war vollständig von neugebildeter Knochenmasse ausgefüllt; es hatte sich bis auf eine kleine Stelle, auf der untern, der Diaphyse des Knochens zugewendeten Seite, ein von compacten Knochenwandungen umschlossener Kanal gebildet, in dem fest-eingekeilt der Stift lag. Die das Gelenkende umgebenden Weichtheile zeigten bei der Untersuchung, die am 13ten Tage nach der Verwundung vorgenommen wurde, durchaus keine Spur mehr von entzündlichen Erscheinungen.

Nicht so verhielt sich's beim 6ten Versuche. Der Draht war zwar, wie erwartet, durch die ganze Markhöhle hinaufgedrungen, nicht aber in gerader Richtung durch das Mark selbst, oder längs der Wandung, sondern er hatte sich spiralig gedreht und lag namentlich an den engeren Stellen der Markhöhle fest an ihren Wandungen an. Eine vollständige Einkapselung war nirgends erfolgt.

Doch hatte sich an den Stellen, wo der Draht an der Wandung auflag, sowohl zu beiden Seiten als unter ihm eine deutliche frische Knochenauflagerung gemacht, so dass der Draht hier wie in einer Rinne verlief. Im Markkanale selbst zeigten sich an verschiedenen Stellen Eiterheerde, die Umgebung des Knochens jedoch war frei von entzündlichen Erscheinungen.

Der Entwicklungsgang der Verknorpelung und Verknöcherung war fast in allen Fällen im Allgemeinen ganz der gleiche, nur mit dem Unterschiede, dass er in Fällen, wo der Knochen ganz unverletzt, oder wenigstens die Markhöhle nicht eröffnet war, also in den Versuchen 3 u. 4, schneller vor sich gieng, als unter Verhältnissen, wo dies der Fall war.

II. Histologischer Vorgang.

Betrachten wir nun diese Vorgänge, wie sie dem blossen Auge sich darboten, unter dem Mikroskope genauer, so stellte sich der Entwicklungsgang folgendermassen dar: Die ersten deutlichen Veränderungen zeigten sich im Marke und seinen Gefässen. Sahen wir dieselben in der ersten Zeit nach der erfolgten Verletzung mit blossen Auge röther, geschwollen und fester, so zeigte sich diese Veränderung noch besser unter dem Mikroskope. Während sonst normales Mark durch's Mikroskop betrachtet, fast nichts zeigt, als eine

gehäufte Masse von grössern und kleinern Fettzellen, die sich durch ihre meist ovale Gestalt, ihre Durchsichtigkeit und ihre eigenthümlichen dunklen Contouren sogleich als solche zu erkennen geben; so bemerkte man jetzt zwischen eingestreut eine ziemliche Menge mehr oder weniger veränderter Blutkörperchen. Das zarte Bindegewebshäutchen, mit dem ich, wenn ich es auch nie für sich darstellen konnte, das Mark stets umkleidet fand, und das als Begleiter der feineren Gefässe und Nervenverzweigungen das ganze Mark in feinen Streifen und Blättchen durchzieht, schien etwas fester. Unter dem Mikroskope liess sich ganz deutlich das charakteristische faserige Gewebe erkennen, das in grösserer Menge als gewöhnlich vorhanden schien; kurz, das Ganze stellte sich so dar, dass ich ihm doch auch den Namen einer eigentlichen Membran nicht vorenthalten zu können glaube.

Was nun das Exsudat selbst betrifft, so erschien es erst als eine gleichförmige, leicht gelblich gefärbte Masse, die oft mehr, oft weniger von Fettzellen, Blutkörperchen, auch wohl einzelnen Bindegewebsfasern durchzogen war, die besonders dann in ziemlicher Anzahl vorhanden waren, wenn der etwas weit in die Markhöhle hineinragende Zapfen in das Mark eingedrungen war und seine Umkleidung zerrissen hatte.

In der Exsudatmasse zeigten sich nun sehr

bald hier und da kleine, meist ziemlich dunkle Punkte oder auch wohl helle Bläschen, um die herum sich allmählig die Masse zu einem lichten Hofe anordnete, der von der Grundsubstanz wiederum mit einem dunkeln Saume sich abgrenzte und so das Ganze leicht als eine Knorpelzelle mit ihrem Kerne erkennen liess. Die Knorpelzellen nahmen immer mehr überhand, während gleichzeitig die erwähnten Fetttropfchen, Blutkörperchen etc. verschwanden. Die Bildung der Knorpelzellen geschah meist auf die beschriebene Art, doch sah ich auch Fälle, wo 2 — 3 Kerne in einer Zelle eingeschlossen sich befanden, um deren jeden sich ein dem obigen ganz ähnlicher lichter Hof befand, so dass ich fast glauben könnte, es sei in einzelnen Fällen auch hier eine Vermehrung der Knorpelzellen durch Tochterzellenbildung vorgekommen.

Die Anordnung der Knorpelzellen in der Grundsubstanz schien manchmal ziemlich regelmässig linear der Knochenaxe parallel, ebenso oft aber standen sie in unregelmässigen Haufen zerstreut beieinander.

Bald bemerkte man nun, und zwar immer zuerst an der Peripherie des Exsudatkegels, dass der früher ganz dünne Rand, der die Knorpelzellen von der Grundsubstanz absonderte, allmählig dicker wird, eine dunklere Färbung annimmt und seine scharfen Contouren besonders gegen den innern

Rand hin allmählig verliert. Die dunklere Färbung entsteht, wie man deutlich sieht, durch Ablagerung einer Masse schwarzer, unregelmässiger Körner von verschiedener Grösse, sogenannter Kalkkrümel. Sie nehmen immer mehr von der Wandung der Zelle nach dem Kerne hin zu und verengen so allmählig das Lumen der Zelle. Die Verengung geht aber nicht gleichmässig an allen Theilen des Randes vor sich, sondern an einzelnen Stellen lagern sich mehr Kalkkrümel ab, als an andern, so dass der innere Rand wie gekerbt erscheint. Sieht man genauer zu, so findet man, dass von dieser Einkerbung aus jedes Mal durch die Körnermasse hindurch gegen die Zellwandung hin ein hellerer, meist geschlängelter Streif verläuft, der mit dem nicht verknöcherten mittleren Theile der Zelle im Zusammenhang steht, in sie ausmündet. Vörsch hält diese Streifen für Gänge, die, gebildet durch die festere Aneinanderlagerung der schon abgesetzten Kalkkrümel, der Knorpelzelle das zu ihrer vollständigen Umbildung nöthige Material herbeiführen; daher denn auch, nachdem diese vollständige Umwandlung in Knochensubstanz geschehen ist, sehr viele der früher so zahlreichen Gänge wieder verschwinden sollen. Auf einem gewissen Punkte angelangt, bleibt nun der Verknöcherungsprozess stehen, und die zum grössten Theile verknöcherte Zelle umschliesst nun einen sternförmigen hohlen Raum, das sogenannte Kno-

chenkörperchen, dessen Strahlen die vorerwähnten Streifen bilden.

Fast gleichzeitig mit der Ablagerung der Kalkkrümel in die Zelle hinein, setzten sich auch solche um sie herum in die Intercellularsubstanz ab. Dieselbe wird auch dunkler, und bald lassen sich die Umrisse der Zellen nicht mehr unterscheiden. Durch stets vermehrte Ablagerungen von Kalksalzen legen sich die einzelnen Kalkkrümel stets genauer an einander an, das Ganze gewinnt ein gleichmässiges Aussehen und wird auch mit dem Zusammenschmelzen der unregelmässigen, isolirten Kalkkrümel zu einer glatten regelmässigen Fläche, immer heller und durchsichtiger. Ist der Verknöcherungsprozess vollendet, so sieht man auf dem nun ganz weiss gewordenen Grunde die übriggebliebenen Knochenkörperchen mit ihren Ausläufern, die, weil sie sich mit Luft anfüllten, schwarz aussehen.

Brachte man einen feinen, mit dem alten Knochen noch zusammenhängenden Schliff dieser neugebildeten Knochenmasse unter das Mikroskop, so liess sich zwischen beiden kein wesentlicher Unterschied herausfinden. Gewöhnlich jedoch fand ich, dass die Knochenkörperchen in der neuen Knochenmasse mehr rundlich waren, zahlreichere, längere, bedeutend geschlängelte und getheilte Ausläufer hatten, die mit denen der umliegenden Knochenkörperchen vielfach anastomosirten, während

die Knochenkörperchen im alten Knochen von mehr länglicher Gestalt waren und ihre Ausläufer kürzer, gerader und weniger zahlreich erschienen.

Die regelmässige Schichtung des neuen Knochens, seine Färbung und übriges Verhalten war ganz wie im alten. Bei Längsschnitten sah man deutlich die Gefässkanälchen aus dem alten Knochen unmittelbar in den neuen übergehen.

Werfen wir nun, nachdem wir so die Entstehung und den Entwicklungsgang des inneren Callus kurz dargelegt haben, noch einen Blick auf den des äusseren Callus, wie er namentlich bei Knochenbrüchen entsteht, und wie ihn VÖTSCH in seiner trefflichen Arbeit: „*Die Heilung der Knochenbrüche per primam intentionem.*“ — Heidelberg 1847. — so klar dargelegt hat, so sehen wir, dass er im Allgemeinen ganz derselbe ist. Das Erste ist auch hier das Auftreten eines eine Zeit lang wachsenden Exsudates, das sich um die verletzte Stelle herumlegt und dieselbe nach aussen immer mehr sich abflachende Gestalt annimmt. Auch hier sehen wir am Rande dieses Exsudates zuerst den Umbildungsprozess beginnen, der, wenn auch etwas langsamer, in derselben Weise vorwärts schreitet, und vollendet, die verletzte Stelle mit einer schützenden knöchernen Decke umzieht. Die mikroskopischen Untersuchungen, die VÖTSCH so genau und umfangreich anstellte und durch gut gezeichnete Tafeln veranschaulichte, gaben mir zu

den von mir angestellten den erwünschten Leitfaden, der mich mühelos durch manche Klippe führte.

Fassen wir nun schliesslich die Resultate unserer Untersuchung kurz zusammen, so sind's folgende:

1. Es giebt einen inneren Callus.
2. Der innere Callus ist ein Produkt der Markhaut, wie der äussere ein Produkt des Periostiums.
3. Periostium und Markhaut haben für Callusbildung gleiche Bedeutung.
4. Die Verknöcherung des Exsudates der Markhaut erfolgt rascher, als die des Periostiumexsudates; der Entwicklungsgang beider ist jedoch der gleiche.
5. Die Verknöcherung erfolgt in regelmässigen schichtweisen Ablagerungen von der Knochenoberfläche nach aussen.

FOLGERUNGEN AUS DIESEN RESULTATEN.

Die bestimmt gefundenen Resultate dieser Untersuchungen können uns nun zur Erklärung verschiedener physiologischer und pathologischer Erscheinungen dienen, über die wir uns bisher noch im Unklaren befanden.

1. Ist die Callusbildung, die wir in Folge von Fracturen in der Markhöhle der Knochen auftreten sahen, häufig ein Produkt der Markhaut, und nicht nur hereingelaufenes Periostiumexsudat, besonders wenn die Verschiebung der Bruchenden nur unbedeutend und schnelle und dauernde Reposition möglich ist, wie es z. B. bei reinen Querbrüchen der Fall ist.

2. Eine theilweise oder vollständige Sclerisirung des Knochens, wie wir sie nicht selten an langen Röhrenknochen, besonders gern an Femur und Tibia finden, ist eine Folge entzündlicher Ablagerungen aus der Markhaut.

Ich fand im hiesigen pathologisch-anatomischen Museum, das mir zu meinen Untersuchungen durch die Güte des Herrn Prof. MEYER zu Gebote stand,

einige ausgezeichnete Exemplare, besonders einen Femur, der fast ganz aus compacter Knochensubstanz bestand. Markhöhle war gar keine vorhanden, sondern an ihrer Stelle fand sich nur noch eine kleine Schicht spongiöser Substanz. Dass aber diese Spongiosa nicht ursprünglich bei Entwicklung des Knochens gebildet, sondern erst später durch pathologische Erscheinungen hervorgerufen sei, liess sich unter dem Mikroskope leicht nachweisen.

Es ist nämlich bekannt, dass die primitive Anlage der Röhrenknochen aus einer compacten Knorpelsubstanz besteht, die sich in Knochensubstanz umwandelt. Im Wachstume nimmt nun der Knochen dadurch an Dicke zu, dass vom Periostium aus schichtweise in Verknöcherung übergehende Ablagerungen sich auf der Oberfläche der ursprünglichen Knochenanlage absetzen, die sich, wie alle Periostablagerungen, durch ihre regelmässig concentrische Schichtung auszeichnen, in der sie sowohl den ganzen Knochen umkreisen, als auch die einzelnen Gefässkanälchen umgeben. Im Verlaufe des Wachsthumes beginnt nun, von innen ausgehend, eine theilweise Verflüssigung der gebildeten Knochensubstanz; es entstehen die Markräume, die früher feste Knochensubstanz wird spongiös. Zuerst wird diese Verflüssigung nur die aus der primitiven knorpeligen Anlage gebildete Knochenmasse treffen, im weiteren Fortschreiten

aber auch die aus dem Periostium auf dieselbe aufgelagerte. Es entsteht hierdurch eine zweifache Spongiosa. Die erstere nennt H. MEYER die wahre, die letztere die falsche, und der charakteristische Unterschied beider ist, dass, während sich in der wahren durchaus keine Regelmässigkeit der Anlage erkennen lässt, die letztere stets noch die concentrische Schichtung zeigt, die sie ursprünglich hatte.

In allen Fällen von Sclerose, die ich nun untersuchte, zeigte sich sowohl in der Dura als der Spongiosa, deutlich diese charakteristische concentrische Schichtung, ein Beweis, dass sie secundären Ablagerungen ihre Entstehung verdankt. Da diese secundären Ablagerungen sicher nicht aus dem Periostium erfolgen konnten, so bleibt nichts anderes übrig, als sie der Markhaut zuzuschreiben, die ja, wie wir sahen, in ganz gleicher Weise ihre Ablagerungen macht.

3. Auf einem ganz ähnlichen Vorgange beruht die Verdickung und Ausfüllung der spongiösen Substanz bei Schliffflächen. Das Vorkommen von Schliffflächen ist nicht so selten, besonders bei Leuten, die über die dreissiger Jahre hinaus sind. Ob gichtische Anlage besonders zu diesen Veränderungen Anlass gebe, wie man wohl annimmt, ist noch nicht erwiesen.

Hauptursache ihres Entstehens ist nach H. MEYER die Verknöcherung des Gelenkknorpels. Wie wir

ja nicht selten schon frühzeitig Kehlkopfsknorpel, Rippenknorpel in Verknöcherung übergehen sehen, so auch hier. Die Verknöcherung beginnt am Berührungsrande mit dem Knochen, schreitet hierauf gegen die Gelenkoberfläche zu und bildet schliesslich eine vollständige Dura. Die Verknöcherung ist entweder nur einseitig, oder beide Gelenkenden, und bei Pfannengelenken Gelenkkopf und Pfanne, werden gleichzeitig ergriffen. In beiden Fällen entsteht dann durch die Bewegung des Gliedes eine Abschleifung des verknöcherten Gelenkendes, die um so bedeutender wird, je stärker der Druck ist, dem das Gelenk ausgesetzt ist. Die durch die Verknöcherung neugebildete Dura wird durchgerieben und die Markräume blossgelegt. Jetzt wird durch die fortgesetzte Reibung die entblösste Markhaut in Entzündungszustand versetzt; es bildet sich ein Exsudat, dasselbe ergiesst sich in die offengelegten Maschen der Markräume, füllt sie aus, verknöchert und bildet so eine neue feste Dura, der freilich unter fortgesetzter Bewegung dasselbe Loos zu Theil wird, wie der ursprünglichen: Sie wird wieder durchgerieben, aber stets wird wieder durch die Thätigkeit der Markhaut eine frische compacte Lamelle gebildet. Dass dabei der Knochen oft ungemein verändert wird, leuchtet ein.

Am häufigsten und instruktivsten kommt dieser Vorgang am Coxalgelenke vor. Die gegenseitig abgeschliffenen Gelenkflächen zeigen da oft die merk-

würdigsten Missstaltungen. Das hiesige pathologisch-anatomische Cabinet besitzt mehrere treffliche Exemplare, deren einige ich genauer zu untersuchen Gelegenheit hatte. Auch hier zeigte sich in einzelnen Fällen sehr deutlich die obenerwähnte charakteristische Schichtung.

4. Die Bildung einer frischen Dura bei einer von aussen auf den Knochen drückenden Geschwulst beruht auf einer ähnlichen Thätigkeit der Markhaut. Durch den Druck der Geschwulst wird die Oberfläche des berührten Knochens resorbirt; der Resorptionsprozess geht vorwärts mit dem Wachsthum der Geschwulst und so müsste bald der Fall eintreten, wo die Dura durchbrochen wird und die Geschwulst in das Innere des Knochens hineinragt. Dies geschieht aber niemals. Durch die durch den Druck der Geschwulst auf die Knochenoberfläche erregte Entzündung, die einestheils die Resorption desselben begünstigt, wird anderntheils auch die Thätigkeit der Markhaut angeregt, die nun schrittweise stets wieder einen schützenden Wall aufbaut und der drängenden Geschwulst stets aufs Neue einen Widerstand entgegenstellt.

Kleinere Geschwülste, die im Wachsthum auf einem gewissen Punkte stehen bleiben, oder doch nur unendlich langsam sich vergrössern, sehen wir ja ungemein oft solche Veränderungen im Knochen hervorrufen, ohne dass im Geringsten üble Folgen sich zeigen. Ich nenne nur die

Pachionischen Drüsen. Man findet ja bei dem gesunden Menschen kaum einen Schädel, in dessen Dach sich nicht oft sehr tiefe, von diesen Drüsen herrührende Eindrücke finden liessen. Ich habe viele Durchschnitte so gebildeter Eindrücke untersucht und stets fand ich rings um das Loch herum dieselbe regelmässig geschichtete, der Dura ähnliche Ablagerung der Markhaut.

Schlimmer ist's schon, wenn die Geschwülste von sehr grossem Umfang sind und ihr Wachsthum stets, wenn auch nur langsam, vorwärts schreitet. Hier werden sich stets neue Ablagerungen bilden; sie verknöchern, werden aber durch die nachdrängende Geschwulst stets von Neuem wieder aufgelöst und resorbirt, bis endlich nach und nach der Knochen in seiner Continuität vollständig getrennt ist. Stets aber hat sich in diesen Fällen vor beide Stümpfe eine schützende Decke gelagert, die die Markhöhle verschliesst. Ein derartiges Vorkommen finden wir namentlich bei bedeutenden Aneurismen, besonders des Aortenbogens; wodurch ja nicht selten allmählig einzelne Rippen, selbst das Brustbein durchbrochen werden.

Am schlimmsten ist's aber, wenn das Wachsthum der Geschwülste so rasch vor sich geht, dass keine Verknöcherung des frisch gebildeten Exsudates der Markhaut möglich ist, wie namentlich bei einzelnen, ungemein schnell wuchernden Krebsformen. Hier wird der Knochen nicht bloss durch-

brochen, sondern die Krebsmasse drängt sich auch in die Markhöhle hinein, und giebt so Anlass zu den bedeutendsten Zerstörungen.

5. Sahen wir im vorigen Falle eine Abnahme der Knochenmasse von aussen nach innen und gleichzeitig als secundäre Erscheinung eine innere Callusbildung, die den gefährdeten Knochen schützend umlagerte, so finden wir auf der andern Seite beim Andrängen einer Geschwulst von innen nach aussen auch Fälle, wo sich ein ganz ähnliches Verhältniss zeigt. Wir sehen dies wiederum am häufigsten bei Krebsgeschwülsten. Die Markhaut bildet um die sich stets vergrössernde Geschwulst eine neue Kapsel, die aber sogleich wieder, und zwar entweder ganz oder auch nur theilweise aufgelöst wird, so dass wir oft die ganze Krebsmasse in ein weitmaschiges knöchernes Stroma eingelagert sehen. Sobald nun die Krebsmasse die Dura des Knochens beinahe durchbrochen hat, versieht nun das Periostium die bisherige Stelle der Markhaut, und macht von aussen her immer neue und neue Auflagerungen, die oft so bedeutend werden können, dass der Knochen, bevor ein Durchbruch erfolgt, das 3 — 4fache seines Volumens erreicht hat, (sogenannte Spina ventosa), eine Vergrösserung, die man bisher ganz fälschlich als eine blossе Auftreibung des Knochens ausgelegt hat.

6. Einfacher zeigt sich derselbe Prozess bei blossen Abscessbildungen im Innern des Knochens,

wie sie nicht selten in Folge von einfacheren entzündlicheren Vorgängen, die von eingedrungenen fremden Körpern bei Tuberculosis, Secundäralagerungen etc. hervorgerufen werden, vorkommen. Der Knochenabscess kann nun alle diejenigen Veränderungen erleiden, welche wir ja häufig genug bei ganz ähnlichen Vorgängen in parenchymatösen Organen, besonders den Lungen, zu beobachten Gelegenheit haben. Der häufigste Vorgang ist aber folgender: Der Abscess wird durch eine Neubildung von Seiten der Markhaut her, eingekapselt, es umgibt ihn ringsum eine compacte neue Knochenwandung. Ist er nur klein, sind die Entzündungserscheinungen nur gering, die Gefässcommunication mit dem umgebenden gesunden Knochengewebe nur unbedeutend oder vollständig aufgehoben, so geschieht es wohl, dass der ergossene Eiter eintrocknet und als unschädliches Concrement an der Wandung der knöchernen Höhle sich absetzt. Ist er aber grösser, gewinnt er durch stets fortwauernde Entzündungserscheinungen an Umfang, so wirkt er wie eine sich vergrössernde von innen nach aussen drängende Geschwulst, die neuen Ablagerungen der Markhaut werden stets aufs neue wieder resorbirt, der Abscess erreicht die Oberfläche des Knochens und bricht nun an der dünnsten Stelle nach aussen durch, es entsteht eine Fistel. Bei weitem am häufigsten sehen wir diese Fistelbildungen an den Zähnen, vorzüglich den Stockzähnen.

Der Entzündungsprozess, der meist an der Zahnkrone beginnt, setzt sich auf die Alveole fort, es sammelt sich Eiter zwischen der Zahnwurzel und der Wandung der Alveole an, es bildet sich ein Abscess, er vergrössert sich auf die oben erwähnte Art, und bricht, wenn nicht durch zeitige Ausreissung des kranken Zahnes eine Entleerung auf diesem Wege begünstigt wird, nach vorn durch. Das Vorkommen solcher Zahnfisteln ist weit häufiger, als man so gewöhnlich glaubt, und es dürften sich selten Leute finden lassen, die viel mit cariösen Zähnen geplagt sind, bei denen sich nicht an der einen oder andern Stelle eine solche finden liesse.

7. Im physiologischen Verhalten des Knochens ist ein inneres Verzehrtwerden (durch Markraumbildung) mit gleichzeitiger äusserer Neubildung (Periostauflagerung) im Wachsthum des Knochens hinlänglich bekannt. Wir finden ein ähnliches, aber nur einseitiges Verhalten beim ausgewachsenen Knochen im höheren Alter als sogenannte atrophia senilis. Die Resorbtion des Knochens von innen geht fort, ohne dass jedoch neue Auflagerungen von Aussen her erfolgen. Es lässt sich nun aber auch die Möglichkeit denken, dass bei gewissen Formen der physiologischen Rückbildung der umgekehrte Weg eingeschlagen wird, dass nämlich der Knochen an seiner äussern Peripherie schwindet, während im Innern neue Knochenmasse

abgesetzt wird. Wir können uns wenigstens auf keine andere Weise die Entstehung der dünnen, ganz aus compacter Knochenmasse bestehenden Lamellen denken, wie wir sie ja so häufig bei älteren Leuten an platten Knochen, besonders am Hüftbein, Schulterblatt und andern Knochen des Schädeldaches finden. Bei jugendlichen und im kräftigen Alter stehenden Individuen finden wir stets an dieser Stelle eine Spongiosa oder Diploë. Würde nur ein Schwinden von Aussen her stattfinden, ohne gleichzeitige innere Neubildung, so müsste nothwendig dadurch die Spongiosa blossgelegt und der Knochen perforirt werden.

Es verdienen diese Verhältnisse jedenfalls noch einer genaueren Berücksichtigung, und ich bedaure nur, dass die vorgerückte Zeit mir nicht mehr erlaubt, mich einlässlicher in dieser Arbeit damit zu beschäftigen.

THESEN.

1. Erweiterte Lungenzellen sind disponirend zur Tuberculosis.
2. Bei Aneurismen ist Unterbindung der Compression vorzuziehen.
3. Die Paracentese ist nur als ultimum refugium anzuwenden.
4. Die expectative Methode bei Verzögerung der Nachgeburt ist durchaus verwerflich.
5. Die Erfindung der Cephalotribe ist für die Praxis werthlos.
6. Die Sectio alta ist die beste Operationsmethode beim Steinschnitte.
7. Gesichtslagen erfordern weit früher künstliche Hülfe als andere Kopflagen.
8. Es giebt keine psychische Krankheiten ohne materielle Störung.



