Aus der Chirurgischen Universitätsklinik in Berlin.

Beobachtungen über Regeneration beim Menschen.

Von Prof. August Bier.

XIX. Abhandlung: Regeneration der Gelenke. 2. Teil.

(Schluß aus Nr. 23.)

Es ist bekannt, daß sich Gelenkmäuse auf ihrer ursprünglichen wunden Oberfläche mit hyalinem Knorpel überziehen. Ich erwähnte auch schon, daß die Lücke in den Gelenkenden, aus der sie stammen, sich mit Knorpel überkleidet, der, abgesehen von seiner oft höckrigen und unebenen Beschaffenheit, ganz wie der benachbarte gesunde hyaline Knorpel aussieht. Es gibt sogar Fälle, wo man bei übersichtlichen Gelenken vergebens nach der Lücke, aus der der freie Körper stammt, sucht. Hier dürfte diese völlig ausgefüllt und dadurch die höckrige Oberfläche verschwunden sein. Die mikroskopische Untersuchung eines solchen die Lücke deckenden Knorpelregenerats ist allerdings bisher beim Menschen meines Wissens noch nicht ausgeführt. Dagegen konnten wir die Anfänge der Ueberknorpelung an der Gelenkmaus sowohl, wie an der ihr entsprechenden Knochenlücke im folgenden Falle mikroskopisch untersuchen:

91. Beobachtung (R. 73). Ein 18jähriges Mädchen bemerkte seit vier Jahren zunehmende Schmerzen im linken Kniegelenk. Das Leiden ging unter den verschiedensten Diagnosen. Im Röntgenbilde sah man deutlich am Condylus internus femoris einen in Ablösung begriffenen, bohnen großen Körper. Ich eröffnete das Gelenk. Der Körper überragte die freie Gelenkfläche um etwa 1 mm. Er war größtenteils gelöst. Beim Herausheben mit dem Elevatorium quoll aus dem Spalt fadenziehende Synovia. Auf der Außenseite saß der Körper noch am Knorpel fest. Hier wurde er mit der Schere abgetragen. Er war 2,6 cm lang, 2 cm breit und 1,4 cm hoch. Man sah deutlich, wie sich an der gänzlich gelösten Innenseite der Knorpel in unregelmäßigen Linien über die Knochenwundfläche der Gelenkmaus schob. Hier war die Knorpelschicht 0,9 cm, auf der gegenüberliegenden, noch nicht gelösten Seite dagegen nur 0,4 cm hoch. Nirgends bemerkte man, weder an der Knochenlücke, noch an der Gelenkmaus, Granulationen. Die letztere zeigte bei makroskopischer Betrachtung an der nicht überknorpelten Fläche zum Teil nackten Knochen, zum Teil schien sie mit einer feinen Bindegewebsschicht bedeckt zu sein. Die Knochenlücke war größtenteils von einer weißlichen, dünnen Schicht überzogen. Aus ihr wurde ein Stückchen zur mikroskopischen Untersuchung mit einem feinen Hohlmeißel entfernt.

Die mikroskopische Untersuchung, die von Martin ausgeführt wurde, lehrte, daß der neugebildete Knorpel auf der Gelenkmaus hyalin war. Der Ueberzug der Knochenlücke bestand aus zellreichem Faserknorpel. Er enthielt am Knochen und an der Oberfläche deutlich eingekapselt, in der Mitte fibroblastenähnliche Zellen ohne Andeutung einer Kapsel. Die Oberfläche war stark zerklüftet und trug einen gelbbraun gefärbten Saum von strukturloser Beschaffenheit. Ein ganz ähnlicher Fall wurde von Barth¹⁾ beschrieben.

Daß Wichtigste am letzten Falle ist die Feststellung, daß einestheils eine noch nicht vollkommen gelöste und noch vollständig in ihrer Knochenhöhle gelegene Gelenkmaus sich mit hyalinem Knorpel überzieht, dieser also in den Spalt hineinwächst oder sich dort metaplastisch bildet, und andererseits die Oberfläche der Knochenlücke sich mit Faserknorpel bedeckt, der wahrscheinlich dort metaplastisch gebildet ist. Offenbar war infolge dieser Gewebszunahme das Stück herausgehoben, sodaß es um etwa 1 mm die Gelenk-

fläche überragte. Dadurch dürften die großen Beschwerden zurückzuführen sein, die das Leiden verursachte.

Ferner ist von Wichtigkeit, daß an der noch in Lösung begriffenen Gelenkmaus makro- und mikroskopisch keine Spur von demarkierender Granulation zu bemerken und daß der Spalt mit Synovia gefüllt war. Ich erwähnte schon im ersten Teile dieser Abhandlung, daß ich denselben Befund, wenigstens makroskopisch, an mehreren Fällen machte.

Aus all diesen Beobachtungen geht hervor, daß die Behauptung Olliers, die sich auch neuere Untersucher zu eigen machen, daß bei der operativen Nearthrose niemals Knorpel sich neubilde, irrig ist. Zuzugeben ist, daß die Knorpelneubildung bei der heutigen Technik eine Ausnahme ist und bei der zurzeit leistungsfähigsten Nearthrosenbildung nach Helferich noch niemals beobachtet wurde.

Ueber die Ursache der Knorpelneubildung in den beobachteten Fällen kann man natürlich nur Vermutungen aufstellen. Sehr bemerkenswert ist, daß sowohl in unserer 90. Beobachtung als auch in den oben aus der Literatur zusammengestellten Fällen die Knorpelbildung in eiternden Nearthrosen auftrat. Wurden jene verhältnismäßig vollkommenen Regenerationen doch in der vorantiseptischen oder an der Schwelle der antiseptischen Zeit erzielt. Dautrepeont teilt mit, daß sein reseziertes Ellbogengelenk nur zum Teil durch Nähte geschlossen und im gefensternten Gipsverband behandelt wurde. Czerny berichtet von seinem Ellbogengelenk, daß es eiterte und sogar die Trizepssehne abstarb und sich abstieß. In Israels Falle von Hüftgelenkresektion ist die Wundbehandlung nicht erwähnt, doch teilte mir Israel auf Anfrage mit, daß mindestens keine Naht ausgeführt worden sei, weiteres konnte er über die Behandlung nicht angeben.

Daraus scheint zu folgen, daß für den Knorpel auch der Eiter einen passenden „Nährboden“ abgibt. Im gewissen Sinne gehört hierher auch die folgende

92. Beobachtung (R. 45). Unter den Verpflanzungen von Rippenknorpel, die Esser in unserer Klinik zur Bildung von Nasen- und Ohrmuschelgerüsten ausführte, kam es achtmal zur Eiterung, wodurch der verpflanzte Knorpel teilweise freigelegt wurde. In sechs Fällen (fünf zur Bildung von Nasengerüsten, einer zur Bildung eines Ohrmuschelgerüsts) heilte der Knorpel trotzdem ein. Nur in zwei Fällen stieß sich der verpflanzte Rippenknorpel, einmal vollständig und einmal teilweise, aus.

Demnach kämen zu den beiden Gewebsarten, dem Knochenkallus und dem Granulationsgewebe, die, wie ich in der XI. Abhandlung ausführlich beschrieb, durch mechanische und chemische Reize in ihrem Entstehen und in ihrem Wachstum gefördert werden, vielleicht als drittes noch das Knorpelgewebe hinzu. Damit steht in Uebereinstimmung, daß der Kallus häufig ein knorpeliges Stadium durchmacht, ferner, daß auch die Gelenke in der Stammesgeschichte erst sehr spät auftreten und daß es sich in ihrer ersten Entstehung um einen mehr oder weniger gewaltsamen Zerstörungs- und Lösungsvorgang in einem festen Knorpelstabe handelt.¹⁾

So wird denn auch der Ansicht Roux', der den Knorpel durch mechanische Reize, Druck und Zug mit Abscherung verbunden, entstehen und sich erhalten läßt, viel Beifall gezollt. Vielleicht käme dazu als fördernder chemischer Reiz, der auch für die Entwicklung des Kallus (Totenlade) und der Granulationen von Wichtigkeit ist, bzw. als „Nährboden“ noch der Eiter hinzu.*)

¹⁾ In bezug auf die phyletische Entstehung der Gelenke verweise ich auf das Buch von Lubosch. Bau und Entstehung der Wirbeltiergelenke. Jena, bei Gustav Fischer, 1910.

*) Es ist bemerkenswert, daß auch die beiden neuen in der Fußnote erwähnten überknorpelten Gelenkregenerate, die ausgezeichnet beweglich sind, unter langwieriger und reichlicher Eiterung entstanden.

¹⁾ Arch. f. klin. Chir. 56 S. 539.

Freilich entstand in unserer 89. Beobachtung der Knorpel ohne Eiterung, und daß wirklich Druck und Zug mit Abscherung verbunden den trophischen Reiz für die Entstehung und Erhaltung des Knorpels darstelle, ist keineswegs erwiesen und nicht einmal wahrscheinlich. Das erwähnte ich schon in der II. und in der XII. Abhandlung, und auch die in diesem Abschnitte mitgeteilten Erfahrungen sprechen nicht für diese Entstehungsweise. Denn Dautrelepont und Czerny geben ausdrücklich an, daß Bewegungen in den resezierten Gelenken erst spät vorgenommen wurden. Israel kann sich zwar der Nachbehandlung nicht mehr entsinnen, meint aber, daß, wie es in der Zeit üblich war, auch in seinem Falle das Gelenk im Gipsverbande festgestellt wurde. Auch in unserem Falle (90. Beobachtung) mußte die Bewegung wegen der Infektion sehr eingeschränkt werden. Bei unseren heutigen knorpellosen Gelenkregeneraten werden dagegen die Bewegungen möglichst frühzeitig und möglichst häufig vorgenommen. Außerdem entsteht Knorpel im Kallus von eingekleiteten Knochenbrüchen¹⁾, bei denen jeder „Zug und Druck mit Abscherung verbunden“ völlig ausgeschlossen ist.

Wenn wir den Eiter als „Nährboden“ für den Knorpel zulassen, so scheint der Einwurf sehr begründet: weshalb zerstört denn nichts den Knorpel sicherer als die eitrige Infektion der Gelenke, und weshalb regeneriert er sich in vereiterten Gelenken nicht? Dagegen ist zweierlei zu bemerken:

1. Bei jenen zerstörenden Gelenkeiterungen handelt es sich um schwere Infektionen. Wir wissen aber, daß auch beim Knochen solche schwere Infektionen die Knochenneubildung vom Periost, angeblich durch Zerstörung dieser Haut, verhindern, milde sie dagegen außerordentlich anregen (Bestätigung des mehrfach erwähnten Arndt-Schulz'schen Gesetzes).

2. Der Hauptgrund für die Ankylose ist indessen der schädliche Druck. Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung die Beobachtungen, die man an Kniegelenken macht, die in Streckstellung durch Eiterung ankylosiert sind. Wo der Muskelzug die entzündlich erweichten Knorpelteile gegeneinander, oder die Spannung des M. quadriceps die Knie-scheibe gegen den Oberschenkelknochen drückt, schwindet der Knorpel und verschmelzen die Gelenkteile miteinander. Die Hinterseiten der Oberschenkelknorren, auf die kein schädlicher Druck stattfindet, behalten dagegen oft ihren Knorpelüberzug auch nach langer Eiterung und lange bestehender Ankylose. Ueber ihnen bleibt oder bildet sich sogar zuweilen eine Art Gelenkkapsel mit Synovia als Inhalt. In Uebereinstimmung damit sehen wir auch die besten überknorpelten Nearthrosen bei den ausgiebigen Resektionen entstehen, die in früherer Zeit bei Erkrankungen der Gelenke ausgeführt wurden. Hier entstanden große Lücken, die keinen Druck der Enden gegeneinander aufkommen ließen.

Nun macht man zwar, wie ich schon erwähnte, die Erfahrung, daß die anatomische Wiederherstellung eines Gelenkes noch keinen Schluß auf seine Funktion zuläßt, sondern anatomisch sehr unvollkommene Nearthrosen ausgezeichnet fungieren können, worauf praktisch doch alles ankommt. Die 89. und die 94. Beobachtung geben gute Beispiele für diese Tatsache. Ferner steht fest, daß die praktisch so ausgezeichnete Helferich'sche Methode nicht die anatomisch vollkommensten Regenerate geliefert hat. Trotzdem müssen die letzteren unser Ziel sein, denn schließlich werden, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, doch die anatomisch vollkommensten auch die praktisch brauchbarsten Regenerate sein, zumal die Erfahrung gezeigt hat, daß die in Betracht kommenden, aus der Literatur zusammengestellten Fälle in der Tat ausgezeichnet fungiert haben. Und da ist der Zweifel berechtigt, ob die zur Zeit besten nach Helferich'scher Methode gewonnenen Nearthrosen wirklich schon das zu erreichende Endziel darstellen. Zunächst ist schon für das falsche bisher damit erzielte Regenerat der Zweifel berechtigt. Denn bei der Helferich'schen Methode werden der oder die Schleimbeutel, die sich zwischen den Knochenenden der Nearthrose bilden, aus den zwischengelagerten Weichteilen durch Bewegung, oder, wie man gewöhnlich sagt, durch „Funktion“ erzeugt. Ich habe aber in der XVIII. Abhandlung ausführlich bewiesen, daß Bewegung und Funktion nicht die einzige Ursache für die Entstehung von Schleimbeuteln sind, sondern daß man diese auch durch Füllung von Lücken mit Blut (82. und 85. Beobachtung der XVIII. Ab-

handlung) und vor allen Dingen mit Kochsalzlösung (83. und 84. Beobachtung der XVIII. Abhandlung) erzielt. Dahingehende Versuche, um neue Gelenke zu erzeugen, habe ich angestellt. So bietet die 89. Beobachtung ein Beispiel für eine recht brauchbare Nearthrose des Kniegelenkes, die trotz vollkommen formungleicher Zurichtung der Knochenenden zu einem großen synovialen Raum zwischen diesen führte, der aus einem Blutergusse entstand, obwohl die Kranke im wesentlichen allein ihre Übungen angestellt und niemals einen Pendel- oder sonstigen „medikomechanischen“ Apparat benutzt hat.

Ich beobachtete vor längerer Zeit, als ich aus einem Nearthrosenspalt durch Punktion einen flüssig gebliebenen Bluterguß entleerte, daß dieser außerordentlich fadenziehend und schlüpfrig war, und glaubte daraus auf eine unmittelbare Umwandlung des Blutergusses in Synovia schließen zu dürfen. Bei einem gleichen Falle, der mir vor kurzem vorkam, machte ich denselben Befund. Doch konnte Salkowski im Punktat kein Synovin nachweisen. Auch daraus geht also, wie aus den fadenziehenden Abszessen, die ich in der XVIII. Abhandlung erwähnte, hervor, daß für die Synovia nicht die physikalischen Eigenschaften entscheidend sind, sondern die chemische Untersuchung. Anderseits fand ich in den Gelenken amputierter Glieder mehrfach Synovia, die garnicht Faden zog, dagegen reichlich Synovin enthielt.

Hier habe ich zwei scheinbare Widersprüche aufzuklären:

1. Ich habe oft darauf hingewiesen, daß der Bluterguß ein vortrefflicher Nährboden für die Knochenbildung ist. Demnach sollte man vermuten, daß derselbe auch nach der Gelenkresektion zur Knochenneubildung führe, wenn ich nicht bereits dargetan hätte, daß in der Epiphysengegend in der Nähe der Gelenke sich, auf dem Blutergusse als Nährboden, kein Knochen neubilde. (Vgl. 22. Beobachtung der VIII., 50. der XIII. und Fig. 86, 87 und 88 der XIII. Abhandlung.)

2. Im ersten Teile dieser Abhandlung habe ich beschrieben, daß der Bluterguß das Gelenk aufs Äußerste schädigt, den Knorpel auflöst und bei wiederholtem Auftreten (Bluter) sogar zur knöchernen Ankylose führen kann. Hier aber handelt es sich um etwas ganz anderes. Die Zerstörung von Knorpel oder einer sonstigen natürlichen Grenze durch den Bluterguß kommt hier nicht in Betracht, im Gegenteil, eine solche natürliche Grenze soll sich erst wieder bilden. Zudem ist eine breite Lücke vorhanden, es fehlt der schädliche Druck, der bei der Zerstörung des Knorpels und der folgenden Ankylose stets eine große Rolle spielt. So bleibt die Eigentümlichkeit des größeren Blutergusses, sich in eine Art von Schleimbeutel umzuwandeln, der, wie ich entwickelt habe, für die Neubildung des falschen Gelenkes von großer Wichtigkeit ist.

Ueberhaupt lehrt die Erfahrung, daß zwei wundgemachte Gelenkenden sich nicht verhalten wie ein gebrochener Knochen. Sie verschmelzen viel schwerer knöchern miteinander. Deshalb habe ich schon mehrfach hervorgehoben, daß die Entstehung einer Pseudarthrose und einer Nearthrose, trotz aller Verwandtschaft, zwei verschiedene Dinge sind.

Diese Beobachtungen zeigen wieder einmal, wie verwickelt die Erscheinungen der Regeneration sind und wie unter den verschiedenen Bedingungen bei für die oberflächliche Betrachtung gleichen Verhältnissen etwas ganz Verschiedenes sich bildet. So führt der Bluterguß das eine Mal zur Knochenneubildung, das andere Mal zur Zerstörung und das dritte Mal zur Neubildung eines Gelenkes. Etwas Ähnliches habe ich schon bei der Füllung einer Muskellücke mit physiologischer Kochsalzlösung beschrieben. Hier entsteht das eine Mal ein wahres Regenerat, das zweite Mal ein Schleimbeutel, das dritte Mal eine Narbe. Während wir im ersteren Falle die Bedingungen, unter denen das eine oder das andere auf dem Bluterguß entsteht, im allgemeinen kennen, ist das im letzteren, bei der Kochsalzfällung, noch nicht der Fall.

Da Schleimbeutel am schnellsten und vollkommensten auftreten, wenn man gewisse Gewebslücken mit physiologischer Kochsalzlösung füllt, so habe ich auch dies Mittel zur falschen Gelenkregeneration angewandt. Ein Kniegelenk als Beispiel für dies Vorgehen steht mir nicht zur Verfügung, da mir die damit angestellten Versuche mißglückten, wohl aber ein Fußgelenk. Da nicht das Sprunggelenk entfernt wurde, sondern einfach eine schmale Knochenlücke gesetzt wurde, so kann der Fall immerhin als gewisser Beweis gelten:

93. Beobachtung (R. 54.) Ein zur Zeit der Operation 14-jähriges Mädchen erlitt im Alter von 1½ Jahren einen komplizierten Knochenbruch in der Gegend des linken Fußgelenkes. Nach längerer Eiterung trat Heilung in starker Klumpfußstellung ein. Auf der Innen- und Außenseite des ankylosierten Fußgelenkes fanden sich derbe Narben, von denen die auf der Innenseite tief eingezogen war. Das obere und das untere Sprunggelenk waren knöchern ankylosiert. Der Fuß befand sich in so starker Klumpfußstellung, daß er unbrauchbar war. Von der Außenseite her wurde die Sprunggelenksgegend subperiostal freigelegt und ein fingerbreiter Spalt gerade durch den Knochen gemeißelt. Die Weichteilwunde wurde durch dichte Naht geschlossen. Am Fersenbein wurde eine Klappsche Drahtextension angebracht, die aber

¹⁾ Vgl. Orth, v. Lautholds Gedenkschrift 2.

einstweilen noch nicht in Tätigkeit trat. Zunächst wurden die Knochenwundflächen aneinandergestellt, und der Fuß wurde in rechtwinkliger Stellung auf einer Schiene befestigt. Elf Tage später wurde der Verband entfernt. Von der Innenseite her wurden 50 ccm physiologischer Kochsalzlösung in den Knochenspalt eingespritzt, während an dem Drahtextensionsapparat gezogen und der Spalt zum Klaffen gebracht wurde. Ein Teil der Lösung floß zwischen den Nähten der Außenseite ab. Die Drahtextension wurde mit 10 Pfund Gewicht in Tätigkeit gesetzt und erhalten. Eine Schiene wurde nicht mehr getragen. Drei Tage später wurden nochmals 60 ccm physiologischer Kochsalzlösung in den Knochenspalt gespritzt, von denen wieder ein Teil aus der nicht ganz dichthaltenden Wunde der Außenseite abfloß. Das Mädchen wurde angehalten, aktive Bewegungen mit dem Fuße vorzunehmen. Weitere Übungen, um Beweglichkeit des Fußgelenkes zu erzielen, wurden nicht vorgenommen. Auch so wurde das neue Gelenk annähernd in normalen Grenzen beweglich.

Da noch eine mäßige Klumpfußstellung des Fußes vorhanden war, so wurde zu deren Beseitigung das Mädchen 26 Tage nach der ersten Operation zum zweiten Male operiert, in der Absicht, durch Kürzung der Kapsel auf der Außenseite und durch Reffung der Peroneussehnen die verkehrte Stellung zu beseitigen. Die alte Operationsnarbe wurde wieder gespalten. Man gelangte in eine Höhle zwischen den beiden Knochenenden des neuen Gelenkes. Die meniskusähnliche Wand dieser Höhle war bis zu $\frac{1}{2}$ cm dick. Die Höhle enthielt eine schlüpfrige, wäßrige Flüssigkeit, in der sich mikroskopisch Leukozyten und rote Blutkörperchen, aber chemisch kein Synovium befanden. Es gelang, durch Verkürzung der Kapsel und bloße Umstellung die Klumpfußstellung zu beseitigen. Der Fuß wurde in Plattfußstellung eingegipst. Der Gipsverband wurde nach 15 Tagen entfernt. Das Mädchen stand ohne jeden feststellenden Verband auf. Da sich der Fuß wieder in Klumpfußstellung zu begeben neigte, wurde ein kurzer Hessescher Apparat angelegt, der die verkehrte Stellung beseitigte, sonst aber Bewegungen im Fußgelenke gestattete.

In dritter Linie habe ich versucht, die Lücke zwischen den beiden Gelenkenden mit Gelatine zu füllen, die, wie ich in der V. Abhandlung erwähnte, die Knochenneubildung hintanhält. Ich gebe dafür folgendes Beispiel:

94. Beobachtung (R. 7). Ein 20-jähriges Mädchen erkrankte im Anschluß an Scharlach vor fünf Jahren an akuter Entzündung der verschiedensten Gelenke. In beiden Hand-, Ellbogen-, Fuß- und Kniegelenken blieb eine chronische Gelenkentzündung zurück, die am schwersten in den Kniegelenken war. Von diesen war wiederum am stärksten das rechte befallen. Es war stark geschwollen, die Kniescheibe war auf dem Oberschenkelknochen nur in geringem Umfange verschieblich. Das Knie stand in Beugekontraktur und war stark versteift. Streckung war nur bis 127° möglich. Außerdem war X-Beinstellung vorhanden. Im Röntgenbild bemerkte man krankhafte Knochenwucherungen an den Gelenkenden und in der Gelenkkapsel. Der Gelenkspalt war verschwunden. Das linke, ebenfalls schwer erkrankte Kniegelenk werde ich später schildern. Die Kranke war unfähig, zu gehen.

Ich eröffnete das rechte Kniegelenk durch Langenbecksschen Bogenschnitt auf der Innenseite und resezierte die Gelenkenden. Es fielen vom Oberschenkelknochen auf der Außenseite 0,4, auf der Innenseite 1,7 cm, vom Schienbein auf der Außenseite 0,5, auf der Innenseite 0,8 cm fort. (Von der Innenseite wurde mehr weggenommen der X-Beinstellung halber.) Beim Zug am Unterschenkel klafften die Knochenenden etwa fingerbreit. Die Kniescheibe war mit dem Oberschenkelknochen fibrös verwachsen, ihre vom Knorpel entblößte Hinterfläche wurde mit aus ihrer Umgebung gewonnenem Fett überkleidet. Der Oberschenkelknochen wurde konvex, das Schienbein leicht konkav zugesägt. Aus der Gelenkkapsel wurden zahlreiche Knochenwucherungen herausgeschnitten, im übrigen aber blieb die Kapsel erhalten.

Der Knorpelüberzug der Gelenkenden war bis auf geringe Reste verschwunden. Auf den Gelenkenden saßen wallartige Knochenvorsprünge, denen Abschleifungen in den gegenüberliegenden Enden entsprachen. An den Seitenwänden waren die Gelenkenden kammartig gewuchert. Die Menisken waren nur noch in Resten erhalten. Die Weichteilwunde wurde dicht vernäht. Der Gelenkspalt wurde mit etwa 70 ccm sterilisierter Merckscher Gelatine gefüllt.

Am Hacken wurde ein Streckverband mit Schmerzschere Klammer angebracht, der mit 15 Pfund belastet wurde. Die Wunde heilte per primam intentionem. Nach 16 Tagen wurde das Bein auf einer Scharnierschiene gelagert und mittels dieser das neue Gelenk abwechselnd in Beuge- und Streckstellung gebracht. Nach Ablauf von weiteren 12 Tagen wurde die Schiene entfernt, und die Kranke führte die Bewegungsübungen teils selbsttätig, teils mittels eines über dem Bett angebrachten Galgens aus.

Einen Monat und 11 Tage nach der Resektion des rechten Kniegelenkes wurde die gleich zu beschreibende Operation wegen Erkrankung des linken ausgeführt. Bei dieser Gelegenheit wurde das in mäßigen Grenzen bewegliche rechte Kniegelenk in Narkose ohne erhebliche Gewalt bis zum spitzen Winkel gebogen. Später wurden wieder die beschriebenen Bewegungsübungen gemacht. Die Beweglichkeit nahm rasch zu. Ein seröser Erguß, der sich im

resezierten Gelenk gebildet hatte, wurde durch Punktion entleert (80 ccm) und kehrte nicht wieder.

Auch das linke Knie befand sich in Beugekontraktur und X-Beinstellung. Es war bis zu einem Winkel von 145° zu strecken und bis 75° zu beugen. Es wurde die Osteotomie des Oberschenkels nach Macewen ausgeführt und die Beugekontraktur und X-Beinstellung beseitigt.

Die Kranke wurde mit sehr guter Funktion des rechten, mäßiger, aber immerhin gebesserter Funktion des linken Kniegelenkes entlassen.

Ein Jahr und drei Monate nach der ersten Operation kehrte sie zurück wegen einer bedeutenden Verschlimmerung des linken Kniegelenkes. Es befand sich in mäßiger X-Beinstellung und leichter Beugekontraktur, war bis zu einem rechten Winkel zu beugen, überhaupt nicht aktiv zu strecken und so schmerzhaft, daß es gebrauchsunfähig war. Die Kranke war ganz auf das resezierte rechte Kniegelenk angewiesen. Dies war durchaus standfest, aktiv und passiv vollkommen zu strecken und weit über einen rechten Winkel hinaus, annähernd so weit wie ein normales Gelenk, zu beugen. Es wurde ohne Schmerzen gebraucht. Auf Wunsch der Kranken wurde auch das linke Kniegelenk in derselben Weise wie früher das rechte reseziert und behandelt. Nur die Nachbehandlung gestaltete sich verschieden. Während beim rechten Bein zunächst eine gelenkige Schiene verwendet wurde, wurde das linke ohne jede weitere Stütze als zwei seitliche Sandsäcke frei mit der Drahtextension gelagert. Die Beweglichkeit des linken Kniegelenkes erzielte die Kranke selbst zuerst durch Übungen an dem erwähnten Galgen, später durch aktive Bewegungsübungen.

Zuletzt wurde folgender Befund aufgenommen:

1. Rechtes Kniegelenk, zwei Jahre nach der Resektion: Ueber den Zustand der knöchernen Gelenkenden und den Gelenkspalt geben die Röntgenbilder Fig. 112 und 113 Aufschluß. Sie sind

Fig. 112.

elf Monate nach der Operation aufgenommen. 13 Monate später hergestellte Bilder zeigen, daß inzwischen keine wesentliche Änderung eingetreten ist. Das neue Gelenk ist aktiv vollständig zu beugen und, allerdings nur mit geringer Kraft, aktiv zu strecken. Es kann in gestreckter Stellung gehoben werden. Das gestreckte Knie erlaubt nur ganz geringe seitliche Bewegungen. Beim Bewegen fühlt die aufgelegte Hand ein starkes Knirschen. Die Kniescheibe ist gut beweglich.

2. Linkes Kniegelenk, drei Vierteljahre nach der Resektion: Das neue Gelenk ist aktiv bis zu einem rechten Winkel zu beugen und vollständig und kräftig zu strecken. Im gestreckten Knie sind mäßige seitliche Bewegungen möglich, weshalb das Mädchen noch einen Scharnierapparat trägt. Bei Bewegungen fühlt man kein Knirschen. Die Kniescheibe ist gut beweglich. Das linke Bein ist etwas kürzer als das rechte. Im Röntgenbilde erkennt man einen gut ausgebildeten Gelenkspalt. Die Gelenkenden passen gut aufeinander und zeigen nur ganz geringe Knochenwucherungen.

Das Mädchen geht so gut und gewandt, daß man ihr eigentlich nichts Abnormes ansieht, und kann bis zu einer Stunde marschieren. Dann ermüdet und schmerzt das linke Bein. Beim

Treppensteigen setzt sie das linke Bein vor und zieht das rechte nach. Wenn sie sich am Geländer anfaßt, so kann sie auch die Beine abwechselnd vorsetzen. Dies Verhalten ist eine Folge der Schwäche der Streckmuskulatur des rechten Kniegelenkes.

Schon mehrfach betonte ich, daß die Gebrauchsfähigkeit der operativ erzielten Nearthrosen, ebenso wie die der subkutan nach Zerstörungen der

Fig. 113.

Gelenke entstandenen Regeneration häufig nicht im Verhältnis steht zur anatomischen Wiederherstellung. Dafür bietet auch dieser Fall ein gutes Beispiel. Das so ausgezeichnet brauchbare, standfeste, in annähernd normalen Grenzen bewegliche und schmerzlose Gelenk ist äußerlich unförmlich, bewegt sich unter Reiben und Knirschen, und seine Röntgenbilder zeigen, daß die Gelenkenden sehr verbildet sind. Die Beigabe der Pausen der Röntgenbilder (Fig. 112 und 113) überheben mich einer ausführlichen Beschreibung. (Beiläufig mache ich aufmerksam auf die derbe, kompakte Knochenneubildung an den Nearthrosenenden, die man sehr häufig beobachtet.) Man könnte die Bilder für die Wiedergabe eines tabischen Gelenkes halten. Es ist bemerkenswert, daß 13 Monate nach Aufnahme der Bilder, als ich die Kranke zum letzten Male sah, sich weder der objektive Befund noch die Gebrauchsfähigkeit des Gelenkes verschlechtert haben. Die trotz der Gelenkverbildung ausgezeichnete Funktion beweist, welche Rolle die normalen Gelenknerven, deren Endapparate durch die Resektion an den Knochenenden zerstört sind, bei der Gebrauchsunfähigkeit kranker Gelenke spielen, indem sie schädliche Reflexe, Zwangsstellungen und Schmerzen auslösen. Man vergleiche die 91. Beobachtung. Hier machte die geringfügige Veränderung, die eine teilweise gelöste Gelenkmaus hervorbrachte, das sonst normale Gelenk fast unbrauchbar. Auf diese Verhältnisse werde ich bei späterer Gelegenheit ausführlich zurückkommen.

Es wäre verkehrt, die vorzügliche Gebrauchsfähigkeit der hier erzielten Nearthrosen der Füllung der Lücke mit Gelatine zuzuschreiben. Vielmehr glaube ich, daß das Stehenbleiben der Gelenkkapsel samt ihrer Membrana synovialis (daher auch der erwähnte Hydrops, der sich in der Nearthrose bildete) einen Hauptgrund für die gute Beweglichkeit und Gebrauchsfähigkeit abgibt. Freilich müssen wir bei der Natur des Grundleidens den Verdacht haben, daß hier eine kranke Synovia ausgeschieden wird, die vielleicht an der Entstehung der Arthritis deformans im neuen Gelenke beteiligt ist.*) Dies stimmt auch mit der Erfahrung, daß im Tierexperiment die subperiostale Resektion mit Erhaltung des Kapselschlauches so vorzügliche Erfolge gibt, während es andererseits durchaus einleuchtet, bei Ankylosen, wo keine Membrana synovialis mehr besteht, Periost und Kapselnarbe, die zur Verknöcherung Veranlassung geben können, da das Gegengewicht der Synovia fehlt, zu entfernen.

*) Ich weiß, daß schwere Arthritis deformans in gut brauchbaren Nearthrosen nichts Seltenes ist. Doch ist hier die Krankheit besonders stark und schnell aufgetreten.

Ich bemerke noch, daß ich niemanden veranlassen will, zur Erzielung von Nearthrosen Füllungen der Lücken mit Blut, Kochsalzlösung oder Gelatine vorzunehmen. Denn neben recht guten habe ich auch recht schlechte Erfolge gehabt. Es handelt sich hier durchaus noch um Versuche. Wer zurzeit praktische Erfolge erzielen will, wähle, wenigstens beim Kniegelenke, das erprobte Helferichsche Verfahren, wobei ich aber nicht verschweigen will, daß wir bei dem Kriegsverletzten wegen der berüchtigten schlummernden Infektion auch mit diesem Verfahren neben guten auch recht schlechte Erfolge gehabt haben. Da es sich in meinen Regenerationsarbeiten lediglich um grundsätzliche biologische Fragen und nicht um die Empfehlung praktischer Methoden handelt, kann ich auf diese Dinge hier nicht näher eingehen.

Der erste Zweifel an der Notwendigkeit des Helferichschen Verfahrens wurde von Schmerz¹⁾ ausgesprochen. Er bildet die Gelenkkörper nach anatomischem Vorwurf möglichst nach, glättet die durch Säge und Meißel hergestellten Flächen mit groben und feinen Feilen und verleiht ihnen eine sammetartig und schlüpfrig sich anführende Oberfläche. Es verschwindet dabei die oberflächliche Schicht der spongiösen Maschenräume „dadurch, daß die einzelnen Räume mit dem lebendigen Schutt von Knochenbälkchen vermischt mit Markfett, verputzt werden“. Aus den Knochenbälkchen und dem spongiösen, fettigen Schutt bildet sich nach Schmerz' Ansicht die abschließende Bindegewebsschicht.

Schmerz konnte sich in zwei Fällen (darunter ein Kniegelenk) von der vorzüglichen Neubildung so hergestellter Gelenke überzeugen und kommt zu dem Schluß:

„Es hat sich gezeigt, daß auch ohne Einpflanzung von lebender Faszie nach entsprechender Knochenvorbereitung ein neues Gelenk mit seinen Anteilen, mit Kapsel, Bändern, mit flüssigem Inhalt und sein vollständiger Gelenkkörperüberzug als Knorpelersatz sich bildet, und daß an der oberen Knöchelschicht eine Neoarchitektonik, besonders in der Sphäre der größten mechanischen Beanspruchung stattfindet.“

Nach Schmerz' Ansicht ist die „Bindegewebsneubildung von den eingedeckten Spongiosakammern aus der wichtigste Vorgang für die ganze künftige Ueberzugsbildung des Gelenkes“. Viel wahrscheinlicher ist mir, daß die Bildung eines mit Synovia gefüllten Raumes dabei die Hauptsache ist. Es geht aus der Beschreibung Schmerz' nicht hervor, ob er einen Streckverband oder ein anderes Hilfsmittel angewandt hat, um die Knochenenden voneinander zu entfernen und einen Spalt aufrechtzuerhalten. Dann würde sich ein mit Blut oder Serum gefüllter Raum bilden, aus dem ein Schleimbeutel entstehen kann. Möglich ist immerhin, daß der durch das Feilen gebildete Knochen- und Markschutt zur Bildung von Synovia mitbeiträgt, wie das von den Abnutzungsprodukten des Gelenkes angenommen wird. Damit würde die von erfahrenen Chirurgen angenommene Beobachtung stimmen, daß Anfrischungen von Knochenenden eines Bruches mit der Säge leicht zu Pseudarthrosen führen.

Zu ähnlichen praktischen Erwägungen wie Schmerz kommt Schepelmann²⁾, weicht aber in der Deutung von ihm ab. Er stellte mit Säge und Meißel möglichst einfache Gelenkflächen her, entfernte die geschrumpfte Kapsel und erzielte ohne Zwischenlagerung gute Erfolge. Er führt diese auf die Befolgung der Roux'schen Lehre, „daß durch Bewegung zweier Knochenenden gegeneinander letztere sich mit Knorpel überziehen“, d. h. praktisch genommen, auf frühzeitig vorgenommene Bewegungen zurück. Damit sagt er aber teils etwas sehr Zweifelhafte, teils nichts Neues. Denn es muß nach dem in dieser und in der XII. Abhandlung Mitgeteilten als mindestens unwahrscheinlich gelten, daß Bewegung von Knochenenden gegeneinander Knorpel erzeugt, und der Grundsatz, bei allen beabsichtigten Nearthrosen möglichst bald und möglichst ausgiebig Bewegungen vorzunehmen, ist seit annähernd 100 Jahren anerkannt. Man befolgt ihn, mag man eine Operationsmethode gewählt haben, welche man will.

Aus meinen Ausführungen geht hervor, daß ich der normalen Synovia eine große Bedeutung für die Entstehung und Erhaltung von Gelenken zuschreibe. Da liegt der Gedanke nahe, diesen Stoff nach der Resektion in den Gelenkspalt zu bringen. Freilich ist weder aus menschlichen noch aus tierischen Gelenken genügend davon zu erhalten, man müßte denn schon die durch Punktion gewonnene Flüssigkeit aus hydropischen Kniegelenken wählen, die reich an Synovia zu sein pflegt. Immerhin hat das seine Bedenken. Nun sind wir ja imstande durch die in der XVIII. Abhandlung beschriebene experimentelle Erzeugung von Schleimbeuteln große Mengen von Synovia beim Versuchstiere herzustellen. Da aber diese Flüssigkeiten eiweißhaltig sind und auch das Synovin Eiweißreaktion zeigt, so ist es unwahrscheinlich, daß man auf diesem Wege zum Ziele gelangt, weil aller Voraussicht nach anaphylaktische Erscheinungen zu befürchten

¹⁾ Zbl. f. Chir. 1916 Nr. 47. — ²⁾ M. m. W. 1917 Nr. 11.

sind. Der im Kriege herrschende Mangel an Tieren hat uns zu Versuchen auf diesem Gebiete noch nicht kommen lassen.

Die Gelenke und ihre Regenerate werden uns bei späterer Gelegenheit, wo über den Einfluß der Funktion auf die Regeneration die Rede sein soll, noch ausführlich beschäftigen.