

Deutsche Medizinische Wochenschrift

Begründet von Dr. Paul Börner

HERAUSGEBER:

Geh. San.-Rat Prof. Dr. Schwalbe
Berlin-Charlottenburg, Schlüterstr. 53

VERLAG:

GEORG THIEME · LEIPZIG
Antonstraße 15

Nr. 23

BERLIN, DEN 5. JUNI 1919

45. JAHRGANG

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik in Berlin.

Beobachtungen über Regeneration beim Menschen.¹⁾

Von Prof. August Bier.

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

Seit etwa 100 Jahren ist die Chirurgie bestrebt, nach Resektionen bewegliche Gelenke zu erzielen. Es ist interessant, daß bei diesen Versuchen die Chirurgen sich immer wieder die Pseudarthrose zum Vorbild nahmen.

So führte Rhea Barton im Jahre 1826 seine Operation bei Ankylose des Hüftgelenkes, die Osteotomie in der Trochantergegend, nicht etwa aus der Indikation aus, die wir heute bei diesem häufig vorgenommenen Eingriff als gültig hinstellen, nämlich, um eine bessere Stellung des Gliedes hervorzurufen, sondern er beabsichtigte, wie schon der Titel seiner Arbeit: „On the treatment of ankylosis by the formation of artificial joints“ besagt, ein neues Gelenk in der Durchtrennungsstelle unterhalb des ankylosierten Hüftgelenkes zu schaffen. Zu dem Zwecke machte er vom 20. Tage ab Bewegungen, um dieses Ziel, die Pseudarthrose, zu erreichen. Es ist weder ihm noch anderen Chirurgen gelungen. Trotz der Bewegungen stellte sich an der Durchtrennungsstelle schließlich eine Ankylose ein, oder, besser gesagt, der künstlich verursachte Bruch heilte knöchern.

Denselben Mißerfolg erlebte man, als man bei Ankylose des Kiefergelenkes, zwecks Schaffung einer Pseudarthrose, die Osteotomie des Unterkiefers vor dem Kieferwinkel ausführte. Trotz Dehnungen und fleißiger Bewegungen heilte auch dieser künstliche Knochenbruch wieder, obwohl der Unterkiefer zur Pseudarthrosenbildung neigt. Erst als v. Esmarch im Jahre 1854 den Vorschlag machte, ein 2–3 cm langes Stück aus der ganzen Dicke des Knochens auszusägen, wurde das beabsichtigte Ziel, eine Pseudarthrose, die das Kauen wieder ermöglichte, erreicht. v. Esmarch schuf also die eingangs der XII. Abhandlung geschilderte „Defektpseudarthrose“.

Der Grundsatz bei Resektionen, durch eine genügend große Lücke zwischen den beiden Knochenenden bewegliche neue Gelenke zu erzielen, wurde in der Folgezeit festgehalten. Ebenso machte man möglichst frühzeitig Bewegungen in den resezierten Gelenken, und, da dies in der ersten Zeit nach der Operation oft nicht möglich war, weil sonst die Nähte gesprengt wären, oder die gewöhnlich nicht oder nicht vollständig genähten Wunden sich infiziert hätten, so verband man in verschiedenen Stellungen. So stellte man nach Resektion des Ellbogengelenkes, bei dem man am häufigsten und sichersten Beweglichkeit mit guter Funktion erzielte, das Glied zuerst in Streckstellung, eine Woche später in Beugstellung und wechselte dann die verschiedenen Stellungen täglich oder alle paar Tage, bis die Wunde ausgiebige aktive und passive Bewegungen vertrug, die dann fleißig ausgeübt wurden. Da man diese Maßnahme schon vornahm, ehe die Lehre von der Wichtigkeit der Funktion sich Bahn gebrochen hatte, so ist wohl anzunehmen, daß man auch in dieser Beziehung die Pseudarthrose sich zum Vorbild nahm, die man ja fälschlicherweise ganz allgemein auf mangelhafte oder ganz unterlassene Ruhigstellung zurückführte.

Ein anderes Mittel, das oft bei genügender Lücke die

Pseudarthrose bzw. Nearthrose erreichte, war die Tamponade der Wunde. Dadurch überkleidete sich jeder der das Gelenkende bildenden Knochenstümpfe für sich mit Granulationen. Frühzeitige Bewegungen sorgten dafür, daß das aus den Granulationen entstandene Bindegewebe zu einer nachgiebigen syndesmotischen Nearthrose wurde, in der sich sogar schleimbeutelähnliche Höhlen bildeten.

Bei groß hergestellter Lücke und Zuhilfenahme der geschilderten Maßregeln war es nicht einmal schwer, die Beweglichkeit an der Resektionsstelle zu erzielen. Wohl aber lief man dabei Gefahr, daß die Beweglichkeit zu groß wurde und ein unbrauchbares Schlottergelenk entstand, während umgekehrt bei zu kleiner Lücke häufig, trotz aller Bewegungen, die Ankylose auftrat. So schwankte man zwischen den beiden Gefahren des Schlottergelenkes und der Ankylose hin und her, und es war, abgesehen vom Ellbogengelenk, meist Zufallssache, ob man eine brauchbare Nearthrose erzielte oder nicht; von einem halbwegs sicheren Operationsverfahren war keine Rede. Da man früher Resektionen im wesentlichen ausführte, um Krankheiten der Gelenke zu beseitigen, und selbst eine Ankylose oder ein Schlottergelenk noch als eine „Heilung“ ansah, so betrachtete man ein bewegliches Gelenk mehr als einen erwünschten Nebenerfolg, denn als die Hauptsache.

Wieder war es die Betrachtung und Nachahmung der Pseudarthrose, die den Fortschritt brachte. Helferich¹⁾ tat den großen Schritt vorwärts. Im Jahre 1894 berichtete er auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie über die Ankylose eines Kiefergelenkes, die er durch Resektion eines 1¼ cm großen Knochenstückes, einschließlich seines Periostes, aus Hals und Kopf des Gelenkes, mit nachfolgender Zwischenlagerung eines aus dem M. temporalis gewonnenen Lappens dauernd beseitigt hatte, und zwar ohne besondere Nachbehandlung. Helferich hatte sich, wie er ausdrücklich betont, die Pseudarthrose zum Vorbilde genommen, die durch Zwischenlagerung von Weichteilen, besonders von Muskeln, auch ohne größere Knochenlücke entsteht.

Es hat verhältnismäßig lange Zeit gedauert, bevor sich der vortreffliche Gedanke durchsetzte. Wie wenig er anfangs verstanden wurde, geht aus den Einwürfen hervor, die gegen das Verfahren erhoben wurden. So sind Baumgärtner²⁾, (Kraske) und K. Roser³⁾ der Ansicht, daß in Helferichs Falle nicht die Muskelzwischenlagerung, sondern die Knochenentfernung das Wesentliche für den Erfolg gebildet hätte, und Franz König warf ein, daß man auch ohne Zwischenlagerung von Weichteilen gute Erfolge erziele, sofern man nur eine ausgedehnte Resektion des Knochens vornehme. Diese zu vermeiden, ist aber doch gerade der springende Punkt in Helferichs Operation. Daß man Nearthrosen mit größter Sicherheit erzielt bei Herstellung ausgedehnter Lücken, war lange bekannt, ebenso aber auch, daß dies häufig Schlottergelenke ergab, denen, wenigstens an den unteren Gliedmaßen, eine Ankylose in brauchbarer Stellung vorzuziehen war. Helferich beabsichtigte gerade das erwünschte Ziel auch bei kleiner Lücke, die das Schlottergelenk unwahrscheinlich machte, zu erreichen.

Ich habe verhältnismäßig früh Helferichs Verfahren im ausgedehnten Maße an den Gelenken der Gliedmaßen angewandt, und zwar zuerst hauptsächlich an Ellbogen- und Handgelenken,

¹⁾ Abhandlung I in Nr. 23, II in Nr. 27–30, III in Nr. 33, IV in Nr. 34, V in Nr. 36, VI in Nr. 40, VII in Nr. 46–48, VIII in Nr. 51 1917, IX in Nr. 1, X in Nr. 6, XI in Nr. 11, XII in Nr. 16, XIII in Nr. 22, XIV in Nr. 23, XV in Nr. 34, XVI (1. Teil) in Nr. 41, XVI (2. Teil) in Nr. 44, XVII in Nr. 48 1918, XVIII in Nr. 1, XIX (1. Teil) in Nr. 9 u. 10 1919.

²⁾ Verh. D. Ges. f. Chir. 23. Kongreß 1894. — ³⁾ Bruns Beitr. z. klin. Chir. 17. — ⁴⁾ Zbl. f. Chir. 1898 Nr. 5.

vereinzelt an Hüftgelenken. Im Jahre 1906 berichtete ich auf der Versammlung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie über in Bonn operierte Fälle und 1910 Reiner¹⁾ über die Enderfolge von 28 Resektionen des Ellbogengelenkes, die ich allein im Laufe von zwei Jahren (1907—1909) in Berlin ausführte. Helferich²⁾ selbst schilderte 1899 das Verfahren der Zwischenlagerung, das er sich für das Hüftgelenk ausgedacht hatte, und führte eine solche Operation mit gutem Erfolge im Jahre 1905 aus³⁾. Schon ein Jahr vorher berichtete Murphy⁴⁾ über nach Helferichs Verfahren operierte Hüftgelenke. Bereits in meiner Bonner Zeit stellte ich nach dem Helferichschen Verfahren eine Nearthrose beider durch Gonorrhoe ankylosierten Hüftgelenke bei derselben Person mit Erfolg her. Ich habe später eine ganze Anzahl Hüftgelenke so operiert, bin aber zu der Ueberzeugung gekommen, daß Helferichs Verfahren dabei nur angezeigt ist, wenn vollkommene und ausgedehnte knöcherne Ankylosen vorliegen, da man sonst auch ohne Zwischenlagerung mit großer Sicherheit bewegliche Hüftgelenke erzielt.

Jetzt hat sich Helferichs Verfahren durchgesetzt. Sehr bald kamen die Modifikationen, die sich aus dem heutigen Stande der Chirurgie von selbst ergeben. Statt der gestielten Muskel-lappen wurden gestielte Fettlappen (Schwarz⁵⁾) und gestielte Faszienlappen (Hoffa⁶⁾, Murphy⁷⁾, Payr⁸⁾ und zahlreiche andere) benutzt. Hoffmann⁹⁾ verwandte als Erster ein autoplastisches, freies Transplantat, und zwar Periost, das er dem Schienbein entnahm. Ihm folgten andere mit den übrigen zur Verfügung stehenden freien Transplantaten. Ritter¹⁰⁾ verwandte frei transplantierte Faszie, Lexer¹¹⁾ und Röpke¹²⁾ frei transplantiertes Fett. Die beiden letztgenannten Transplantate werden jetzt wohl am häufigsten bei der Helferichschen Operation benutzt. Die Versuche, anorganisches Material als Zwischenlagerung zu benutzen, gehen schon auf Salzer (1890) zurück, wie ich in der XVIII. Abhandlung erwähnte. Von anderer Seite wurden Gold- und Magnesiumblech, Gummi- und Zelluloidplatten, von wieder anderen homöoplastisches Material (Bruchsack, Hydrozelenhaut, Wand von Ovarialzysten, Amnion) empfohlen. Diese Versuche haben wenig Beifall gefunden.

Wer die Geschichte¹³⁾ der Resektionen verfolgt, versteht, daß man sich an die operative Nearthrose des Kniegelenkes nur zögernd heranwagte. Man hatte nämlich aus einer sehr großen Anzahl von Kniegelenkresektionen die Erfahrung gemacht, daß brauchbare Nearthrosen danach nur ganz ausnahmsweise erzielt wurden. Trat hier nicht knöcherne Verschmelzung ein, so entwickelte sich gewöhnlich eine schlottrige Pseudarthrose, die gerade beim Kniegelenk, das so große Anforderungen an die Festigkeit und Standhaftigkeit stellt, verhängnisvoll ist, oder es traten bei nachgiebiger fibröser Vereinigung Beugekontrakturen in schlechter Stellung ein, die sich mit der Zeit mehr und mehr verschlimmerten. Diese Ausgänge führten zu neuen Operationen, die bei schlottrigen Pseudarthrosen in der Zeit, als man brauchbare Stützapparate noch nicht kannte, nicht selten in Oberschenkelamputationen bestanden.

Zwar war von Fergusson ein Fall beobachtet, wo nach der Resektion ein in vollen Grenzen bewegliches und doch festes Kniegelenk erzielt war, aber das war eine seltene Ausnahme, und Pénier¹⁴⁾ konnte unter 300 geheilten Kniegelenkresektionen außer dem erwähnten Fergussonschen nur neun Fälle auffinden, wo Beweglichkeit vorhanden war, und diese war in allen neun Fällen nur gering und beschränkte sich meist auf die Kniescheibe. Während man daher bei anderen Gelenken die operative Nearthrose als das erstrebenswerte Ideal ansah, kamen die Chirurgen ausnahmslos zu dem Schluß, den Lössen in die Worte faßt: „Man wird hier nach die Synostose nach Kniegelenkresektion als einziges und mit allen Mitteln zu erstrebendes Resultat aufrechterhalten müssen.“

Diese Regel wurde umgestürzt durch Murphy¹⁴⁾, der im Jahre 1904 über fünf Fälle von Kniegelenksankylose berichtete, die er nach Helferichs Verfahren operiert hatte. Er benutzte gestielte Faszienlappen, an denen er eine dünne Lage von Muskel oder Unterhautfettgewebe — letzteres hält er für das bessere Verfahren — sitzen ließ. Ihm folgten in Deutschland Hoffa¹⁵⁾, Payr¹⁶⁾, Lexer¹⁶⁾, Röpke¹⁶⁾ und viele andere. Jetzt darf die Operation wohl als eingebürgert gelten. In einer neuen Arbeit aus dem Jahre 1913 berichtet Murphy¹⁶⁾ bereits über 28 von ihm selbst operierte Fälle.

Da nach allgemeiner Uebereinstimmung die operative Nearthrose des Kniegelenkes weitaus am schwierigsten zu erreichen ist, so gilt ihr Gelingen mit Recht als Prüfstein für die Güte der verschiedenen Operationsverfahren. Es handelt sich praktisch hier weniger um die Frage, ein anatomisch als vielmehr ein funktionell möglichst vollständiges Ergebnis zu erzielen. Nun hat eine reichliche Erfahrung gezeigt, daß verhältnismäßig vollkommene Regenerate der Gelenkenden schlechte, und andererseits sehr kümmerliche über Erwarten gute Funktion ergeben können. Trotzdem wird man dahin streben, möglichst auch die alte anatomische Form der Knochenenden zu erreichen.

Am weitesten gehen darin Murphy¹⁾ und Klapp²⁾. Sie ahmen nach der Sprengung der Ankylose des Kniegelenkes die Form der Knochen bei der Resektion genau nach. Am Oberschenkel formen sie die beiden Kondylen mit der Incisura intercondylica, am Schienbein zwei flache Aushöhlungen zur Aufnahme der Kondylen und zwischen ihnen die Eminentia intercondylica. Die meisten anderen Chirurgen haben die Gelenkflächen nach Art der Helferichschen bogenförmigen Resektion vereinfacht. Sie sägen den Oberschenkelknochen bogenförmig konvex, das Schienbein ganz flach konkav aus.

Der Spalt wird natürlich von allen Chirurgen verhältnismäßig schmal, etwa fingerbreit, angelegt, um Schlottergelenke zu vermeiden. Das ist ja in erster Linie der Sinn der Helferichschen Operation. Zwischen die Knochenenden wird der Weichteillappen gefügt. Welche Art sich am besten eignet, ist noch unentschieden, offenbar sind mit allen, Muskeln, Faszien, Fett, und zwar ebensowohl mit gestielten Lappen, wie mit freien Transplantaten, gute Erfolge erzielt.

Daß narbige und verknöcherte Kapselteile bei Schaffung der Nearthrose entfernt werden müssen, ist selbstverständlich und geschah schon immer. Murphy und Payr gehen noch weiter und verlangen grundsätzlich, die ganze Kapsel zu entfernen.

Daß frühzeitige Bewegungen als wichtig für den Erfolg angesehen werden, ist erst recht selbstverständlich.

Inwieweit sich diese nach der Helferichschen Methode erzielten neuen Gelenke anatomisch von den früher mit der gewöhnlichen Resektion erzielten unterscheiden, ist zunächst am besten aus Tierversuchen zu erkennen, die einen genügenden Vergleich zulassen, der beim Menschen noch nicht möglich ist. Denn bei der Kürze der verflossenen Zeit steht genügendes Sektionsmaterial von Nearthrosen, die mit Zwischenlagerung von Weichteilen am Menschen hergestellt sind, noch nicht zur Verfügung, während wir über die anatomischen Befunde der Nearthrosen, die mit der einfachen Resektion erzielt wurden, ein reichliches Sektionsmaterial besitzen.

Beim Vergleich der Tierversuche ergibt sich Folgendes: Ollier³⁾ stellte nach dem Vorgange von Heine eine große Anzahl von Nearthrosen bei Tieren durch subperiostale Resektion der Gelenke her. Zwischen den Knochenenden fand er später verdicktes Bindegewebe, das sogar unvollkommene Menisken oder halbmondförmige Knorpel nachahmte. Die Knochenenden überzog eine knorpelähnliche Haut, die sich aber bei der mikroskopischen Untersuchung stets als Bindegewebe entpuppte. Neubildung von Knorpel wurde nie beobachtet. In dem zwischen den Knochenenden befindlichen Bindegewebe bildeten sich unregelmäßige, voneinander geschiedene Hohlräume, die später zusammenflossen und eine einzige synoviale Höhle darstellten, die Ollier dem akzidentellen Schleimbeutel gleichstellte. Er ließ diese Schleimbeutel unter dem Einfluß der Bewegungen des neuen Gelenkes entstehen.

Zu ganz demselben Ergebnisse kommen alle späteren Untersucher bei ihren Tierexperimenten, und zwar bemerkenswerterweise auch die neuesten, die nach der Helferichschen Methode Nearthrosen erzeugten. Murphy stellte zwei solcher Versuche an, von denen der eine mißlang. Im anderen, gelungenen Falle — es handelte sich um die Einbringung von Fascia lata in das wundgemachte Hüftgelenk eines Hundes — fand sich vier Monate nach der Operation ein kleiner Sack zwischen den beiden Knochenenden, der mit einer geringen Menge leicht getrübt Flüssigkeit gefüllt war. Mikroskopisch bestand die Wand des Sackes aus einem gefäßreichen Bindegewebe, das auf der Innenseite mit einer wohlgeformten einzelligen Lage von „Endothel“ belegt war. Das Oberschenkelende des neuen Gelenkes war glatt und mit einer neugebildeten „Synovialhaut“, die endothelial* begrenzt war, be-

¹⁾ l. c. — ²⁾ Bier, Braun u. Kummell, Chirurgische Operationslehre. 5. Band. — ³⁾ Régénération des os 1 S. 344 ff. u. 2 S. 305.

⁴⁾ Daß die Anschauung, die Innenhaut der Gelenke sei mit Endothel bedeckt, irrig ist, erwähnte ich in der XVIII. Abhandlung.

¹⁾ D. Zschr. f. Chir. 104. — ²⁾ Naturforscherversammlung München 1899. — ³⁾ M. m. W. 1906 Nr. 19 S. 941. — ⁴⁾ l. c. — ⁵⁾ M. m. W. 1904 Nr. 50. — ⁶⁾ Zschr. f. orthopäd. Chir. 17. — ⁷⁾ Transact. of the Amer. Surg. Assoc. 1904. — ⁸⁾ Verh. D. Ges. f. orthopäd. Chir. 9. 1910 und Verh. D. Ges. f. Chir. 41. Kongreß 1912. — ⁹⁾ Verh. D. Ges. f. Chir. 35. Kongreß 1906. — ¹⁰⁾ Thorn, D. Zschr. f. Chir. 108. — ¹¹⁾ D. Zschr. f. Chir. 135 und Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 1. — ¹²⁾ Verh. D. Ges. f. Chir. 42 u. 43. Kongreß und D. m. W. 1916 Nr. 42. — ¹³⁾ Die folgenden Angaben sind dem Buche Lössens, Die Resektionen der Knochen und Gelenke in Billroth-Lückes Deutsche Chirurgie S. 276 ff., Stuttgart 1894 entnommen. — ¹⁴⁾ Transactions of the Amer. Surg. Assoc. 1904. — ¹⁵⁾ l. c. — ¹⁶⁾ Annals of Surgery 1913 Nr. 5.

deckt. Auch Murphy betont die Ähnlichkeit des Sackes mit Schleimbeuteln und Hygromen, vergleicht aber mit Unrecht den Vorgang mit der normalen embryonalen Gelenkbildung.

Eine größere Anzahl sorgfältiger Versuche hat auf Payrs Veranlassung Sumita¹⁾, meist an den Kniegelenken von Hunden, angestellt. Er entfernte den Knorpel mit Messer und Knochenzange oder mit der Säge; zwischen die Knochenstümpfe wurden die verschiedensten Gewebsarten — Faszie, Fett, Muskulatur, Sehnen und Sehnnenscheiden — gelagert. Sie alle wandelten sich gleichmäßig fibrös um und hypertrophierten. Es entwickelten sich in ihnen Spaltbildungen, die mit synoviaähnlicher Flüssigkeit gefüllt und als Schleimbeutel anzusprechen waren. Als Entstehungsursache für diese Gebilde nimmt Sumita teils den funktionellen Reiz, teils Blutungen an, die im Lappen auftreten. Diese halten die vorhandenen Gewebsspalten offen, bzw. erweitern sie und verhindern die Verklebung derselben. Später werden der Bluterguß und andere nekrotische Massen aufgelöst, und der Spalt bleibt bestehen. Die Schleimbeutelbildung war dort am stärksten, wo die zwischengelagerten Lappen gepreßt, gezerzt und gedehnt wurden.

Nahm Sumita, ohne die Gelenkknorpel zu entfernen, die ganze Gelenkkapsel fort, so bildete sie sich einschließlich ihrer synovialen Innenhaut fast vollständig wieder. Dasselbe geschah auch mit den äußeren fibrösen Kapselteilen. Die Kreuzbänder bildeten sich nicht wieder. Die Festigkeit der Gelenke wurde trotzdem, in erster Linie durch stark neugebildete äußere Kapselteile, in zweiter Linie durch Bindegewebsscheiden, die sich zwischen den Schleimbeuteln bildeten, erreicht.

Der Knorpel regenerierte sich niemals, mochte er nun vollständig entfernt oder mochten Knorpelreste stehengeblieben sein. An seine Stelle trat eine periostartig mit der Knochenfläche verwachsene, fibröse Schicht, die, mit bloßem Auge betrachtet, knorpelähnlich aussieht. Dieser bindegewebige Ueberzug ist glatt und spiegelt. Reste stehengebliebenen Knorpels gehen zugrunde und wandeln sich in Bindegewebe um.

Eisler²⁾ machte ähnliche Versuche an den Kniegelenken von Kaninchen und kam auch zu ähnlichen Befunden. Er transplantierte freie Fettablappen zwischen die Knochenstümpfe. Soweit das Fettgewebe dem Drucke ausgesetzt ist, wandelt es sich in Bindegewebe mit schleimbeutelähnlichen Spalten um. Dagegen bleibt der Teil des Fettes, das keinem Druck ausgesetzt ist, erhalten, oder es wird, nachdem es nekrotisch geworden war, neugebildet.

Lexer³⁾ konnte die Veränderungen, die ein reseziertes menschliches Kniegelenk mit frei transplantiertem Fettablappen durchgemacht hatte, ein Jahr nach der Operation untersuchen. Er fand die ziemlich genau der normalen Gelenkform nachgebildeten Knochenflächen unverändert. Sie waren jede für sich mit einer knorpelartigen, glatten, weißen Schieler überzogen und nirgends miteinander verwachsen. Der Uebergang war am stärksten und knorpelig hart an Abschnitten, die für die Belastung hauptsächlich in Betracht kamen. Die mikroskopische Untersuchung der knorpelähnlich aussehenden Masse zeigte, daß es sich um derbes Bindegewebe handelte. In der Gegend der Kreuzbänder hatte sich eine derbe, breite, bandartige Masse gebildet. Weniger belastete Stellen der Gelenkflächen hatten einen dicken, elastischen Ueberzug, der, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, aus regeneriertem Fettgewebe mit breiten Bindegewebszügen in der Umgebung bestand.

Diese Befunde, die man bei der Helferichschen Operation macht, stimmen also mit dem, was wir über die Pseudarthrosen, die durch Zwischenlagerung von Weichteilen entstanden sind, wissen, im allgemeinen überein.

Ich verweise auf Fig. 38 der XII. Abhandlung. Hier hat sich zwischen die Bruchenden Muskel gelagert. Er ist an den Stellen, die aneinander gleiten, in eine gelenkkapselähnliche, derbe Bindegewebshaut umgewandelt, die einen breiten Spaltraum umschließt.

Aus den geschilderten Tierversuchen hat man folgende Schlüsse gezogen: 1. Die neugebildeten Gelenke unterscheiden sich von den normalen dadurch, daß ihnen der Knorpelüberzug fehlt. Darauf weist Ollier mit Nachdruck hin und behauptet, daß eine Neubildung von Knorpel in den Nearthrosen niemals eintritt. Dem stimmen spätere Untersucher, auch solche, die über Helferichs Methode an Tierversuchen gearbeitet haben, bei. 2. Die Beobachtung Olliers, daß sich zwischen den Knochenenden Schleimbeutel bilden, ist allgemein bestätigt. 3. Im Gegensatz zu der Behauptung Heines und Olliers⁴⁾, daß brauchbare Nearthrosen sich nur bei vollständiger Erhaltung des Kapselschlauches in Verbindung mit dem Periost der das Gelenk bildenden Knochen herstellen, ist festgestellt, daß man auch das Periost und die Kapsel vollständig entfernen und trotzdem brauchbare Gelenke mit neugebildeter Kapsel erzielen kann. Das hat nicht nur der Versuch am Tier,

sondern auch die Erfahrung am Menschen erwiesen. Nahmen doch Murphy und Payr bei der Herstellung von Nearthrosen Periost, Bänder und Kapsel vollkommen fort und erzielten doch gute Erfolge. Dasselbe hatte auch ich bei Ellbogengelenken beobachtet, wo die ganze Kapsel und das benachbarte Periost wegen Neigung zur Knochenbildung entfernt wurde. Außerdem haben schon ältere Chirurgen diese Erfahrung gemacht und ausgesprochen. Ihnen wurde von Ollier entgegengehalten, daß sie unbeabsichtigt Kapsel und Periost erhalten hätten. Sicher ist dieser Einwurf ungerechtfertigt, denn Doutrelepont berichtet in einem gleich zu beschreibenden Falle von Nearthrose des Ellbogengelenkes, daß sich nicht nur eine feste fibröse Kapsel, sondern sogar das doch sehr charakteristische Ligamentum annulare radii nach seiner Entfernung vollständig neugebildet hatte.

Nach diesen Untersuchungen, die, mit aller neuzeitlichen Technik und unter aseptischen Vorsichtsmaßregeln angestellt, auch zu keinem vollkommeneren Erfolg geführt haben als die alten Versuche Olliers, gibt es also praktisch befriedigende, aber durchaus falsche Regenerate der Gelenke. Zwar werden Bänder und Kapselteile einigermaßen wiederhergestellt, aber schon die alten Knochenformen werden nicht wieder erreicht, und vor allem fehlt ein sehr wesentlicher Bestandteil des Gelenkes, der Knorpel, vollständig. In der Regel bildet sich zwischen den neuen Gelenkenden ein Schleimbeutel, dessen derbe, bindegewebige Wand die Knochenenden bedeckt. Sehr auffällig ist es nun, daß alle diese experimentell, auch nach der Helferichschen Methode, gewonnenen Gelenkregenerate anatomisch weit hinter den besten, die frühere Chirurgen am Menschen mit der einfachen subperiostalen Resektion erzielten, zurückstehen. Das hat man ganz vergessen, und doch lehrt es ein Blick in die einschlägige Literatur. Wohl wenige Gelenkregenerate reichen in Vollkommenheit und Schnelligkeit des Entstehens an das von Doutrelepont¹⁾ beschriebene und abgebildete eines Ellbogengelenkes heran:

Bei einem 18jährigen Menschen wurde am 31. August 1864 die völlige subperiostale Resektion des Ellbogengelenkes wegen Tuberkulose ausgeführt. Entfernt wurden vom Gelenkteile des Oberarmknochens 2 cm, von dem der Ulna 4 cm einschließlich Olekranon und Processus coronoides, von dem des Radius 1 cm. Am 27. April 1865 starb der Operierte an Lungentuberkulose. Die Sektion des Gelenkes ergab: Der operierte Arm war nicht meßbar verkürzt. Das Olekranon hatte sich neu gebildet. Der N. ulnaris verlief, wie in einer Rinne, hinter dem neugebildeten Condylus internus. Eine feste fibröse Kapsel entsprang an der vorderen Fläche des Oberarmknochens und setzte sich an die der Unterarmknochen an. Ebenso verbanden fibröse Bänder die Kondylen des Oberarmknochens mit Ulna und Radius. Nach Durchschneidung dieser fibrösen Kapsel kam man in die innen glatte Gelenkhöhle. Auf der vorderen Seite des neugebildeten Condylus externus humeri hatte sich für die Aufnahme des Radiusköpfchens ein 1 cm im Durchmesser betragender Gelenkteil gebildet, der mit teils hyalinem, teils faserigem Knorpel ausgekleidet war. Ebenso fand sich eine überknorpelte Gelenkfläche zur Aufnahme der Ulna. An dieser hatten sich Olekranon und Processus coronoides neugebildet. An der breiten Kante des letzteren saß ein 1 cm im Durchmesser betragender Gelenkteil, an dessen Hals sich die neugebildete Kapsel ansetzte. Am Radius hatte sich statt der Pfanne ein unregelmäßiges, pilzförmig hervorragendes Köpfchen gebildet, das einer pfannenförmigen Vertiefung am Oberarmteil des Gelenkes entsprach. Das Ligamentum annulare radii hatte sich wieder gebildet. Alle neuen Gelenkflächen waren überknorpelt. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß es sich hauptsächlich um faserigen, aber daneben auch um hyalinen Knorpel handelte, wobei man an vielen Stellen den Uebergang des ersteren in den letzteren nachweisen konnte.

Ähnliche Gelenkneubildungen nach Resektionen sind öfters beschrieben worden. Schon vor Doutrelepont ließ v. Langenbeck²⁾ selbst über eine zwar unvollkommene, aber immerhin bemerkenswerte Regeneration des Schulterkopfes berichten, den er wegen Tuberkulose zwei Jahre vorher subperiostal reseziert hatte. Am oberen Ende des operierten Oberarmknochens fand sich ein kleiner, mit einer dicken Lage hyalinen Knorpels bedeckter und von einer Synovialkapsel überzogener Oberarmkopf, der mit der unteren Fläche des Akromions, die mit Bindegewebe überzogen war, in Verbindung stand. Im übrigen verweise ich mit Beziehung auf die ältere Literatur auf die Zusammenstellung von Lössen³⁾ und auf eine neuere Arbeit von Schmieden und Erkes⁴⁾. Ich hebe noch folgende Beobachtungen hervor:

¹⁾ Arch. f. klin. Chir. 99 H. 3. — ²⁾ Bruns Beitr. z. klin. Chir. 102 H. 1. — ³⁾ Zbl. f. Chir. 1917 Nr. 1. — ⁴⁾ Régénération des os 2. Bd. 10. Kap.

¹⁾ Arch. f. klin. Chir. 9. — ²⁾ Beschrieben von Lücke, Arch. f. klin. Chir. 5. — ³⁾ Die Resektion der Knochen und Gelenke in Billroth-Lücke, D. Chir. Lief. 29b, Stuttgart 1894. — ⁴⁾ Arch. f. klin. Chir. 100 H. 1.

Im Jahre 1871 beschrieb Czerny¹⁾ einen ähnlichen Fall von Regeneration des Ellbogengelenkes nach Resektion wie Dautrelepont und wies, ebenso wie dieser und Lücke, nach, daß auch Gelenkknorpel an allen das neue Gelenk zusammensetzenden Teilen sich neugebildet hatte, obwohl mit Sicherheit kein Knorpelrest stehen geblieben war. Dem Knochen zunächst fand sich Faserknorpel, „nach der freien Fläche hin aber bekamen die einzelnen Zellen deutliche Kapseln und ganz oberflächlich liegen Zellnester von reinem Hyalinknorpel“.

Ueber eine sehr ausgedehnte Knorpelbildung in einer Nearthrose des Hüftgelenkes nach Resektion innerhalb des Trochanter major berichtet J. Israel²⁾. Die Operation war wegen Tuberkulose ausgeführt. Das Präparat wurde 3½ Jahre später bei der Sektion gewonnen. Es hatten sich zwei neue Gelenkfortsätze gebildet, der eine war eine Neubildung des Schenkelhalses. Er artikuliert durch ein verschiebbares, weiches Bindegewebspolster mit dem Darmbein, etwas über dem oberen Pfannenrande, trug einen kugelförmigen Knorpelüberzug, der an der dicksten Stelle bis zu 1 cm stark war; und ahmte den normalen Schenkelkopf ziemlich genau nach. Histologisch fand Israel in den peripherischen Schichten Faserknorpel, „je mehr man sich aber der Knorpel-Knochengrenze näherte, desto ähnlicher wurde das Gewebe dem Hyalinknorpel, bis es sich schließlich vom letzteren höchstens durch eine leichte Chagrinierung der Grundsubstanz unterscheidet“. Der ebenfalls überknorpelte neugebildete Trochanter artikuliert mit der Hüftgelenkspfanne. Dies neugebildete Gelenk besaß eine Kapsel und synovialgefüllte Hohlräume.

Sehen wir zunächst von den praktischen Erfolgen ab, so haben wir hier, rein theoretisch betrachtet, so vollkommene Regenerate kennen gelernt, wie sie die ausgebildetste neuzeitliche Technik nicht aufzuweisen hat. Kommen sie doch den wahren Regeneraten außerordentlich nahe. Entsprechen sie auch, was die Neubildung der Knochenform an den einzelnen Gelenken betrifft, nicht ganz den Anforderungen, die ich an ein wahres Regenerat stelle, so kann man doch im allgemeinen sagen, daß man hier wahre Gelenkregenerate vor sich hat, bestehend aus überknorpelten Knochenenden, fibrösen Gelenkbändern, Gelenkkapseln mit synovialer Innenhaut und Absonderung von Synovia, ebenso wie es selten Pseudarthrosen gibt, die in Wirklichkeit wahre Gelenke in ihrer höchsten Form, d. h. Diarthrosen, darstellen. Es ist auch nicht anzunehmen, daß jene Untersucher dieser annähernd vollkommenen Nearthrosen sich bezüglich des Knorpelbefundes getäuscht haben. Denn die Chirurgen jener Zeit waren im allgemeinen gute Histologen, und der mir persönlich wohlbekannte Dautrelepont war in Bonn als ganz ausgezeichneter und zuverlässiger Mikroskopiker allgemein geschätzt.

Nun habe ich in der I. Abhandlung die Gelenke Gleitvorrichtungen genannt. Man kann sie aber auch zu den Organen, und zwar sogar zu den verwickelt gebauten, zählen. Tut man das, so war vor meinen Untersuchungen kein Regenerat eines Organes bekannt, das sich an Vollkommenheit mit dem eines Gelenkes messen konnte, auch nicht das des Knochens. Denn hier ließ man immer einen Teil des Organes, mindestens das Periost, zurück. In allen Teilen regenerierte Gelenke beobachtete man indessen nach völliger Entfernung der Knochenenden, des Knorpels, der Kapsel und des Periostes. Wie ich schon im ersten Teil dieser Abhandlung erwähnte, hat v. Volkmann bereits im Jahre 1882 auf diese Verhältnisse hingewiesen. Es tut auch nichts zur Sache, daß diese vorzüglichen Gelenkregenerate nur in einem kleinen Bruchteile der Fälle auftreten und bei unseren heutigen Kenntnissen noch Zufallsergebnisse sind, wie ich das auch schon für andere hochentwickelte Regenerate, z. B. das des Muskels, beschrieb. Die Hauptsache ist, daß es solche vollkommenen Regenerate gibt. Sie haben natürlich ihre bestimmten Ursachen und Bedingungen, die wir nur noch sehr unvollkommen kennen. Ist aber erst einmal die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit, solche Regenerate zu erzielen, gelenkt und die Unhaltbarkeit der Flickenteile der Pathologie dargetan, so wird es der weiteren Forschung zweifellos gelingen, diese Ursachen genauer klarzulegen und regelmäßig die zugehörigen praktischen Erfolge zu erzielen.

Diese hochentwickelten, den wahren nahekommenen Gelenkregenerate hat man auch nach der zu so sehr vortrefflichen praktischen Erfolgen führenden Helferichschen Operation nicht erreicht. Fehlte doch diesen, soweit sie im

Tierexperimente oder, gelegentlich, beim Menschen untersucht wurden, stets einer der allerwichtigsten Gelenkbestandteile, der Knorpel. Bevor ich dieses merkwürdige Verhalten näher erörtere, will ich zwei Fälle von Gelenkregeneraten mit überknorpelter Oberfläche, die ich beim Menschen beobachtete, mitteilen:*)

89. Beobachtung (R. 74). Ein 22jähriges Mädchen hatte im Alter von 1½ Jahren eine Kniegelenkstuberkulose erworben, die nach langer Eiterung, im 12. Lebensjahre, in starker Beuge- und leichter X-Beinstellung ankylosiert ausheilte. Die stark verkleinerte Kniescheibe war mit dem Oberschenkelknochen fest knöchern verwachsen. Es wurde die keilförmige Resektion des Gelenkes unter einfacher gerader Absägung des Oberschenkelknochens und des Schienbeines von zwei seitlichen Schnitten aus vorgenommen. Das fortfallende keilförmige Knochenstück war an der Innenseite 7 cm, an der Außenseite 6 cm hoch. Die sehr schwierigen und narbigen Kapselreste wurden mit Sicherheit vollkommen fortgeschritten. Trotz der ausgiebigen Resektion des ankylosierten Gelenkteiles klaffte bei Zug am Unterschenkel wegen der geschrumpften Weichteile der Beugeseite der Spalt nur fingerbreit. Die von Fisteln und Geschwüren herrührenden Narben wurden entfernt. Trotzdem ließen sich die Weichteile durch dicke Naht vereinigen. Am Fersenbein wurde eine Extension mit der Schmerzschienenklammer angelegt. Diese wurde anfangs mit 10, schließlich mit 20 Pfund belastet. Die Kniescheibe wurde durch eine Drahtextension von dem Knochen abgehoben. Die Absicht war, zwischen den Knochenenden einen großen Bluterguß treten und aus diesem einen Schleimbeutel entstehen zu lassen, in der Art, wie es in der XVIII. Abhandlung geschildert ist. Die Extension wurde 21 Tage unterhalten. 18 Tage nach der Operation wurde das „Kniegelenk“ im Aetherrausch bewegt, insbesondere bis über einen halben rechten Winkel gebeugt. Im übrigen nahm die Operierte selbst aktive und passive Bewegungen mit Eifer und Verständnis vor. Es entwickelte sich eine sehr gut fungierende Nearthrose. Obwohl die Kniescheibe bald mit dem Oberschenkelknochen wieder verwuchs, war das Gelenk aktiv bis zu einem rechten Winkel zu beugen und, wenn auch mit geringer Kraft, vollkommen zu strecken. Seitlich war das Gelenk etwas wacklig. Im Röntgenbilde sah man, daß der Unterschenkel erheblich nach hinten und außen subluxiert war. In Streckstellung war nur reichlich die Hälfte des Oberschenkelknochens mit dem Schienbein in Berührung. Die Gelenkflächen waren noch vollständig gerade und hatten sich nicht gegeneinander abgeschliffen. Sie hoben sich beim Beugen so voneinander ab, daß ein nach vorn weit offener, winkelliger Spalt entstand. Es kommt hinzu, daß es sich um ein sehr schweres, fettleibiges Mädchen handelt. Trotz alledem ging die Operierte ohne Stützapparat und ausdauernd mit Hilfe eines Stockes. Sie stieg gewandt Treppen, wobei sie die Beine abwechselnd versetzte. Sie war mit dem Erfolge außerordentlich zufrieden. Auf meinen Rat hin ließ sie sich 2¼ Jahre nach der ersten Operation zum zweiten Male operieren. Ich stemmte die ankylosierte Kniescheibe mit dem Meißel ab und unterfütterte sie mit einem frei transplantierten Fettlappen. Ferner verkürzte ich die etwas zu weite, wohl ausgebildete, neue Kapsel auf der Innenseite. Dabei fand sich eine weite, große, mit fadenziehender, klarer Flüssigkeit gefüllte Gelenkhöhle. Die Flüssigkeit wurde von Salkowski untersucht, sie enthielt reichlich Synovin. Die Synovia betrug viel mehr als in einem normalen Gelenke. Die neuen Gelenkflächen waren mit einer weißlichen, glänzenden, knorpelähnlichen Schicht überzogen. Von ihr wurde ein Stück entnommen und von Martin mikroskopisch untersucht. Der Gelenküberzug bestand aus Faserknorpel, der an einer Stelle in hyalinen Knorpel überging. Die Kapseln der Zellen waren am deutlichsten nach der freien Oberfläche hin und am Knochen ausgeprägt, in der Mitte waren sie nur angedeutet, vielfach im Entstehen begriffen oder überhaupt nicht vorhanden. Die ganz kapsellosen Zellen waren dort gestreckt und mit Fortsätzen versehen, wie Fibroblasten. An der Oberfläche war das Gewebe von einer schmalen, kernlosen Schicht eingesäumt. Schließlich fanden sich an der Oberfläche starke Spuren von Abnutzung, stärker, als man dies bei normalen Gelenken findet. Ein herausgeschnittener Kapselteil ergab mikroskopisch folgenden Befund: Innen fand sich eine Auskleidung wie bei experimentell erzeugten Schleimbeuteln, die demnächst von Martin in Virchows Archiv beschrieben werden, daran anschließend sehr lockeres Bindegewebe, wie bei einer Membrana synovialis, schließlich geordnetes, parallelfaseriges Bindegewebe ohne jede Narbenbildung.

Neben der Neubildung von Knorpel beruht die Bedeutung dieses Falles auf den bisher beim Menschen noch ausstehenden mikroskopischen Nachweis, daß sich eine der normalen vollständig gleiche Gelenkkapsel in allen ihren Teilen und ohne jede Spur von Narbe wiedergebildet hatte, obwohl die alte Gelenkkapsel sicher vollkommen restlos entfernt war. Martin wird über diese Befunde noch ausführlich berichten.

*) Inzwischen habe ich noch in zwei weiteren Nearthrosen von Ellbogengelenken, die ohne Zwischenlagerung von Weichteilen hergestellt waren, Knorpel, und zwar auch Hyalinknorpel, gefunden.

¹⁾ Arch. f. klin. Chir. 13. — ²⁾ Arch. f. klin. Chir. 29.

90. Beobachtung (R. 43). Bei einem 27jährigen Offizier führte ich wegen Ankylose, die infolge von Schußverletzung und lange dauernder Eiterung entstanden war, die Resektion des Ellbogengelenkes aus. Es wurde nur wenig vom Knochen entfernt und die entstehende Höhle mit 30 ccm sterilisierter Gelatine unter dichter Hautnaht gefüllt. Die Wunde heilte per primam intentionem. 17 Tage nach der Operation stellten sich im Anschluß an ausgiebige Bewegungen des neuen Gelenkes Schüttelfrost und Fieber ein. Das Gelenk vereiterte, und später stießen sich mehrere linsen- bis erbsengroße Sequester ab. Wegen der Eiterung mußten die Bewegungsübungen im Gelenke eingestellt werden, doch wurde bei den Verbandwechseln jedesmal die Stellung verändert. Das Gelenk heilte schließlich mit zu geringer Beweglichkeit aus. Deshalb operierte ich 13 Monate nach der ersten Operation zum zweiten Male. Die entfernten Gelenkenden waren mit einer weißlichen, knorpelähnlichen Haut überzogen. Die mikroskopische Untersuchung derselben wurde von Martin ausgeführt. An den drei untersuchten Stellen fand sich Faserknorpel.

In diesen beiden Fällen war zwar kein für die in Betracht kommenden Gelenke gehöriger hyaliner, wohl aber Faserknorpel vorhanden, der noch dazu in der 89. Beobachtung teilweise in hyalinen Knorpel überging. Wir haben hier also noch ein falsches Regenerat, immerhin aber doch eine höhere Stufe von Regeneration vor uns als in den Nearthrosen, deren Knochenenden mit Bindegewebe bzw. mit Wänden von Schleimbeuteln bedeckt sind, denn es gibt hochentwickelte Gelenke, z. B. das Kiefergelenk, die normalerweise Faserknorpel tragen. Daß aus solchem neugebildeten Faserknorpel mit der Zeit hyaliner Knorpel werden kann, ist durch die Befunde der oben genannten Chirurgen und den einen von unseren Fällen einwandfrei bewiesen.

Schmerz fand in einer ohne Zwischenlagerung von Weichteilen hergestellten Nearthrose des Menschen einen Ueberzug der Gelenkkörper, der im wesentlichen aus Bindegewebe bestand, das nach dem Knochen hin „mehr oder weniger große Inseln von in zartfaseriges Bindegewebe eingebetteten Zellen, welche unzweifelhaft als Knorpelzellen angesehen werden müssen“, besteht. „Sie bieten mit ihrer Einbettungssubstanz histologisch das Bild des sogenannten Faserknorpels dar.“ (Schluß folgt.)