

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. 30

BERLIN, DEN 25. JULI 1918

44. JAHRGANG

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität in Leipzig.

Ueber Wiederbildung von Gelenken,

ihre Erscheinungsformen und Ursachen; funktionelle Anpassung — Regeneration.

Von Geh. Med.-Rat Prof. E. Payr, Generalarzt à l. s.

I. Aufgaben und Grundlagen.

Eine in unserer Literatur bisher fehlende Darstellung der Morphologie und Mechanik des Wiederbildungsvorganges an teilweise oder ganz zerstörten Gelenken stößt in zweifacher Hinsicht auf Schwierigkeiten: 1. sind die Vorgänge der physiologischen Regeneration an den Gelenken (s. unten) noch keineswegs genügend geklärt, und 2. stehen wir vor einer histomechanischen Aufgabe, bei deren Bearbeitung die gleichzeitige Betrachtung von Ursache und Wirkung, schärfer gesagt, von Geschehnis und Ergebnis für jede neuauftretende Erscheinung durchgeführt werden muß.

Das will besagen, daß jeder morphologische Befund unter dem Gesichtswinkel seiner entwicklungsmechanischen Bedingungen angesehen werden muß, während auch umgekehrt jede Art mechanischen Geschehens ihre Bewertung als gestaltbildende Kraft und gewebsdifferenzierender Reiz zu beanspruchen hat.

Mit der bloßen Schilderung der zum Teil recht wohlbekannten morphologischen Befunde an neu sich bildenden Gelenken ist also die Frage nicht erledigt.

Die Untrennbarkeit der an geschädigten, sich wieder erholenden, an normaler oder fremder Stelle sich neu bildenden Gelenken (Nearthrosen) zu beobachtenden Befunde von den mechanischen Vorgängen gewährt aber auch den ganz besonderen Reiz kausaler Forschung.

Wer sich mit der Frage der Wiederbildung von Gelenken befassen will, muß seine Betrachtungen auf eine möglichst breite Basis stellen. Es gilt, aus scheinbar sehr weit auseinanderliegenden Gebieten Baumaterial zusammenzutragen.

Wir suchten Belehrung a) in der normalen Entwicklung, in den mechanischen Vorgängen der Formbildung der Gelenkkörper; b) in den Befunden an kongenital, traumatisch und spontan luxierten Gelenken; c) in dem Studium der Gelenkverletzungen und ihrer Heilungsvorgänge, ebenso bei den Gelenkerkrankungen (Gelenkfrakturen, Gelenkmäuse und Tuberkulose, Arthritis deformans, Gelenkkapselgeschwülste, Infektionen der Gelenke und ihr Ausgang); d) in den anatomischen Befunden bei Pseudoarthrosen; e) in unseren sehr zahlreichen Operationsbefunden an ganz oder teilweise ankylosierten Gelenken, ganz besonders aber in den uns wichtig erscheinenden Beobachtungen bei Nachoperationen blutig mobilisierter Gelenke; hierher gehört auch die Betrachtung der anatomischen Befunde an nicht von Ankylose gefolgtten Arthrektomien und Resektionen; f) in dem Ergebnis der von uns begonnenen, auf unsere Anregung von Sumita fortgesetzten und zum Teil abgeschlossenen, sowie von anderen vorgenommenen mannigfaltigen Tierversuche mit ihren sehr verschieden gestellten Aufgaben.

Man sieht aus dieser Uebersicht, daß es gilt, ein sehr umfangreiches, bisher nicht gesichtetes Material aus dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte und -mechanik, der normalen und pathologischen Anatomie, der Klinik der Gelenkverletzungen und -erkrankungen zu verarbeiten.

Eine schon längere Zeit vor Ausbruch des Weltkrieges begonnene Abhandlung über dieses Thema konnte erst vor Jahresfrist von mir wieder in Angriff genommen werden.¹⁾ Die nachfolgenden Ausführungen geben zunächst den Niederschlag der wichtigsten Gesichtspunkte — mehr eine Disposition —, keine Einzelheiten. Mitteilungen über histologische Befunde an bei Nachoperationen mobilisierter Gelenke gewonnenen Gewebsstücken, gesichtete Wiedergabe der radiologischen Befunde meines Gesamtmaterials, einiger ergänzender Tierversuche muß ich mir für später vorbehalten.

Das Rückgrat für meine Ausführungen sind meine im Jahre 1910 leider nur kurz mitgeteilten Tierversuche, sowie ein seit zehn Jahren gesammeltes großes, klinisches Material von Eingriffen an aller Art verletzten und erkrankten Gelenken, endlich weiter zurückliegende Operationsbefunde bei der blutigen Reposition veralteter Luxationen. Ich stehe also, was das klinische Material anlangt, völlig auf eigenen Füßen.

II. Entwicklungsmechanik, vergleichende Anatomie, physiologische Regeneration der Gelenke; Knorpelfunktion.

Schon bei der Entwicklung der Gelenkspalte in der Mesenchymplatte zwischen beiden Knorpelanlagen eines fötalen Gelenkes mit ihrem allmählichen Vorrücken gegen den Scheitelpunkt der künftigen Gelenkkörper spielen die Bewegungen der Skeletteile gegeneinander eine wichtige Rolle.

Ebenso bedeutend ist ihr Einfluß auf die Entstehung der späteren Gelenkformen (W. Roux, R. Fick, Lubosch), wenn es auch zurzeit nicht bewiesen ist, daß die Muskeltätigkeit allein (L. Fick) die gestaltende, die Gelenkkörper gleichsam „plastisch zurechtschleifende“ Kraft darstellt.

Die Gelenkformen bei Wirbeltierembryonen sind stammesgeschichtlich bedingt und daher als ererbt anzusehen (Lubosch); daß die Muskelwirkung auf die sie gestaltenden Wachstumsvorgänge von großem Einfluß ist, kann als sicher gelten.

Jedenfalls bedingen Aenderungen der Muskelanordnung rein mechanisch Gestaltsveränderungen der Gelenkkörper (W. Roux, Tornier, Lubosch). Das gilt, wie wir noch hören werden, auch für das postfötale Leben.

R. Ficks Experimente an Gipsmodellen zur rein mechanischen Erklärung der Abhängigkeit der entstehenden Gelenkform von dem Angriffspunkt der bewegenden Kraft sind nicht nur für die Entwicklungsmechanik, sondern auch für die Pathologie der menschlichen Gelenke (Arthroplastik) von Bedeutung (s. VI).

Das Gelenkende, bei dem die Muskeln nahe dem Gelenkspalt ansetzen, wird zur Pflanne, dasjenige, an dem sie entfernt eingreifen, zum Kopf.*)

Das in einer, zwei oder mehreren Achsen angeordnete Antagonistenspiel der Muskelgruppen bedingt jeweils charakteristische Arten der Gelenkmechanik (Winkel-, Sattel-, Kugelgelenke).

W. Roux hat in seinem verdienstvollen Ausbau der Lehre von der funktionellen Anpassung (s. unten III) sämtliche für die Gestaltbildung der Gelenkformen wirksamen mechanischen Kräfte — Zug, Druck, Abscherung —, unter ihnen den für die Gelenkknorpelentwicklung bedeutsamen Wechsel zwischen Druck und Entlastung, in Erwägung gezogen.

Die mit dem Druck kombinierte Abscherung (W. Roux)

¹⁾ Sie war schon im Spätsommer 1917 der D. m. W. angemeldet, konnte aber erst jetzt abgeschlossen werden. — ²⁾ Es würde sich lohnen, am Röntgenmaterial von Pseudoarthrosen, besonders des Oberarmes und Oberschenkels, das Ficksche Gesetz nachzuprüfen.

stellt den Bildungs- und Erhaltungsreiz des Knorpels, des vollkommensten Organes für reibungsarme „Gleit- und Schleifbewegung“ dar.

Diese Betrachtungen über die mechanischen Gesetze der Muskelwirkung für die Bildung der Gelenkformen führen, wie wir noch hören werden, zu einer „erweiterten Fassung des Gelenkbegriffes“. Tornier und Lubosch endlich haben durch sehr gründliche vergleichend anatomische Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbeltiergelenke ungemein wichtige Beiträge für alle diese Vorgänge gegeben. Besonders des letzteren Ausführungen über die Entstehung der Gelenkformen sind für das Verständnis der spontanen Nearthrosenbildung beim Menschen von großem Werte.

Neben diesen „entwicklungsmechanischen“ (W. Roux) Ergebnissen verdanken wir der vergleichenden Anatomie aber noch andere, für uns bedeutungsvolle Befunde. Besonders wichtig erscheint uns die Feststellung Luboschs, daß die Gelenkkapsel mancher erwachsener Wirbeltiere in ganzer Ausdehnung einen gegen die Gelenkhöhle zu sehenden, zarten Belag von Knorpelsubstanz besitzt. Diese stammesgeschichtliche Tatsache läßt die Synovialhaut als modifiziertes Knorpelgewebe erscheinen. Dieser Befund erklärt wohl am besten das Vorhandensein der sogenannten „eingekapselten“, von Hammar nicht sicher als dem Knorpel angehörigen Zellen in der Synovialmembran; ihre Bedeutung für die Frage der pathologischen Regeneration im Tierversuch streifen wir noch.

Physiologische Regeneration.

Gerade bei den Gelenken wären die feineren Vorgänge der physiologischen Regeneration für das Verständnis der pathologischen von großem Werte. Leider müssen wir zugestehen, daß die sorgfältigsten Untersuchungen berufenster Fachmänner über das Wesen der ersteren noch keine abschließende Erkenntnis gebracht haben. Hammar und Lubosch geben in offener Weise das Ungenügende unseres derzeitigen Wissens zu. Das gilt sowohl für den Deckknorpel, als die Synovialmembran einschließlich der Synovia.

Die sicheren Kennzeichen einer kontinuierlichen Knorpelregeneration, die Kernteilungsfiguren, fehlen dem gesunden Gelenkknorpel in der postembryonalen Zeit. Hueter und Hammar sahen als amitotische Zellteilung aufzufassende Bilder. Am wahrscheinlichsten ist eine andauernde Neuentstehung der Interzellularsubstanz in der Tiefe durch den funktionellen Reiz der Abscherung bei gleichbleibendem Zellgehalt. Der Knorpel ist also nach Ansicht Hammars, Luboschs und Dekhuyzens hinsichtlich seiner Zellen als ein vererbtes Dauerorgan anzusehen. Die Abnutzung an der Oberfläche und die Regeneration der Grundsubstanz halten sich das Gleichgewicht. Die Zellen erhalten sich an Zahl konstant durch amitotische Teilung.

Auch über die physiologische Regeneration der Synovialmembran sind unsere Kenntnisse nicht besser bestellt als beim Knorpel. Auch da fehlt ein reger Ersatz, obwohl einzelne Mitosen fast immer zu sehen sind (Hammar).

Dieser Autor nimmt das Vorhandensein eines Regenerationsprozesses an, ohne über sein Wesen, Ausgangspunkt und Umfang nähere Angaben machen zu können. Wenn die Erklärung Luboschs über die Herkunft der Synovialmembran zutrifft, so würde auch sie als eine Art Dauerorgan anzusehen sein, wie der Knorpel. In diesen Fragen liegt ein reiches Feld für zukünftige Forschertätigkeit.

Die Synovia wird als Produkt eines physiologischen Abnutzungsvorganges an Synovialhaut und Knorpel angesehen. Wichtige Tierversuche über Veränderungen des Zellgehaltes, der chemischen Zusammensetzung im Ruhezustande und bei anhaltender Bewegung der Gelenke fehlen.

Sehr interessant ist, daß sich die Gelenkschmiere, die bisher immer bloß als ein Abnutzungsprodukt der Gelenkoberfläche bei Bewegung angesehen wurde, auch dann bildet, wenn das Gelenk nicht bewegt wird. Nach Empyemoperationen mit gutem Verlauf wird schon nach Tagen das dünnflüssige Exsudat schleimig und nimmt, erst noch getrübt, bald die Beschaffenheit normaler Synovia an, auch wenn noch keine Bewegungen stattfinden (Payr). Ich halte es für durchaus wahrscheinlich, daß die Entzündung denselben Reiz darstellt, wie die Funktion.

Andererseits aber habe ich in Gelenken mit minimaler Bewegungsbreite, z. B. bei Kniegelenken mit schwerster Form der Quadrizepskontraktur nach zweijähriger Krankheitsdauer noch deutlich Synovia, wenn auch in ganz geringer Menge nachweisen können.

Ich glaube, daß die Synovia als „aufgelöster Knorpel“ keine völlig passive Rolle spielt (darüber s. unten IV 1a).

Angesichts seiner ganz eigenartigen mechanischen Leistungen muß man beim Gelenkknorpel charakteristische Anpassungen an diese erwarten. Die Anpassung an den Bewegungsreiz ist so entwickelt, daß im Zustande der Ruhe die normale Struktur einer bindegewebigen Entartung Platz macht, daß bei veränderter Stellung der Gelenke die kontaktfreien Bezirke sich fibrös umwandeln (Lubosch). Andererseits habe ich wiederholt gesehen und beschrieben, daß bei Deformitäten sich ein „Wandern“ des Knorpelüberzuges am „konvexen“ Gelenkkörper in der Richtung der verlagerten „Pfanne“ einstellt, z. B. Hallux valgus. Ich habe im Jahre 1894 die sich hierbei abspielenden Veränderungen genau beschrieben.

Verschiedene Ausnahmen dieser „Regeln“ im einen wie im anderen Sinne sind beobachtet. Es ist Knorpel an Stellen beobachtet, die nie von der gegenüberliegenden, überknorpelten Fläche berührt werden; ebenso kennt man fibröse oder faserknorpelige Flächen, auf denen Knorpel gleitet (Henle). Ein Beispiel hierfür ist das Capitulum radii, dessen lateraler Rand in einem gewissen Ausmaße nie mit der Gelenkfläche der Ulna in Schleifkontakt kommt. Offenbar genügen auch Menisci, Labra glenoidalia, die Kapsel, ja gleitende Sehnen und Ligamente, um den Abscherungsreiz zu veranlassen.

Hochinteressant ist, daß die Innenseite des Ligamentum annulare radii einen feinen Knorpelbelag enthält (R. Fick).

Ich bemerke noch, daß nach meiner Ueberzeugung eine bisher kaum in Betracht gezogene Funktion des Gelenkknorpels darin besteht, daß er gleich einer Gummikappe die knöchernen Gelenkenden umschließt und durch Druckspannung zur Erhaltung ihrer Gestalt beiträgt.

Leider wissen wir über die funktionelle Struktur des Knorpels noch ungemein wenig (W. Roux, Levy).

III. Pathologische Regeneration und funktionelle Anpassung (Metaplasie).

Die Wiederbildungsvorgänge an geschädigten oder zerstörten Gelenken erfolgen unter dem Einfluß zweier neu gestaltender Kräfte: der Regeneration und der funktionellen Anpassung (W. Roux).

Der physiologischen stellt man bekanntlich die pathologische Regeneration zum Wiederersatz von durch Verletzung oder Erkrankung erworbener Defekte gegenüber.

Auf ihre hohe Bedeutung für das Gesamtgebiet der Chirurgie, vor allem für das Verständnis der Wundheilung habe ich in meiner Leipziger Antrittsvorlesung 1912 wiederholt hingewiesen, aber auch auf ihre für den Menschen gezogenen Grenzen und die sie ergänzenden oder ersetzenden, nicht selten mit ihr verwechselten Heilkräfte des Organismus: kompensierende Hypertrophie, Substitution, Metaplasie als Ausdruck funktioneller Anpassung aufmerksam gemacht. Dort finden sich auch, wie in allen meinen Arbeiten über operative Arthroplastik, nähere Angaben über die bei der Wiederbildung von Gelenkmechanismen in Betracht kommenden Gewebe (s. unter Tierversuche IV 2).

Ein Heranziehen der so hoch entwickelten Regeneration bei niederen Tieren vermag gewiß für die Beurteilung des Defektersatzes und der Wundheilung beim Menschen manchen interessanten Vergleich zu bieten, entbehrt aber gerade für die Gelenke vorläufig leider jeder praktischen Bedeutung.¹⁾

Die Fähigkeit der pathologischen Regeneration nimmt nach experimentell ziemlich genau festgelegten biologischen Gesetzen im Tierreiche von unten nach oben ab. Je länger die durchlaufene stammesgeschichtliche Entwicklung der Art, desto bescheidener und unvollkommener wird das Ausmaß der Regeneration (Korschelt, Przibram, Morgan, Barfurth, Kammerer u. v. a.).

Niedere Tiere (z. B. Würmer) können aus Teilstücken ihr Ganzes wiederbilden, andere (manche Reptilien, Insekten) nur mehr Organe, während Fische, Vögel und Säugetiere nur zum Wiederersatz von Geweben bei der Wundheilung und Defekten befähigt sind.

Auch die hohe Wiederbildungsfähigkeit von verlorengegangenen Gelenkmechanismen (irreponierte Luxationen, Resektionen jugendlicher Gelenke, operative Gelenkbildung) erweisen bei näherer Betrachtung keine Ausnahme von dieser Gesetzmäßigkeit. Ich stelle hiermit

¹⁾ Aus diesem Grunde verzichte ich auf die für mich besonders verlockende Verwertung der mir seit vielen Jahren meine Erholungslektüre bildenden biologischen und zoologischen Literatur.

eine irrige Ansicht, die ich in meiner erwähnten Antrittsvorlesung geäußert habe, richtig.

Gerade das für die große Mehrzahl unserer Gelenke so charakteristisch vererbte Dauerorgan, der Knorpel, versagt in seiner Regenerationsfähigkeit nahezu ganz. Allerdings kann er durch andere Gewebe in ziemlich hohem Maße funktionell ersetzt werden (s. unten).

Durch die Untersuchungen von Wendelstedt, Borst, Anzilotti, Malatesta und Fasoli ist es festgestellt, daß eine wahre Regeneration des Knorpelgewebes vorkommt, die beim Axolotl beispielsweise bis zur Neubildung großer Skeletteile ausreicht. Sie reicht auch noch zur Heilung kleinerer Defekte bei höheren Tieren aus. Bei größeren Defekten aber versagt sie; ein Ersatz erfolgt aus perichondral und subchondral (Axhausen) gewuchertem Bindegewebe.

Bei sehr bedeutenden morphologischen Abweichungen sprechen wir von atypischer Regeneration (metaplastische oder vielleicht besser substituierende Regeneration). Borst nennt diesen Vorgang Regeneration mit Umdifferenzierung oder indirekte Metaplasie. Die beim Menschen noch erhaltene hohe Regenerationskraft des Stützgewebes, also besonders des Blutgefäßbindegewebsapparates, spielt bei den Neubildungsvorgängen an und von Gelenken die Hauptrolle. Die Leistungen beim Ausgleich von Verlusten an Größe und Gestalt der Gelenkkörper, bei der Neubildung von Kapsel, Fettfalten, Bandapparat kommen aber nur bei frühzeitig einsetzender Funktion zur Entfaltung. Es handelt sich also um eine Anpassung der Gewebe an diese.

Ueber die Regeneration an Säugetierembryonen wissen wir so gut wie gar nichts. Versuche, die solche Studien ermöglichen würden, sind von Wolff gemacht. Aber abgesehen davon begünstigt jugendliches Alter im allgemeinen reparative Prozesse jeder Art. Das gilt in besonders hohem Maße für die Ausheilung von Gelenkerkrankungen zur Zeit des noch andauernden epiphysären Wachstums der Gelenkkörper und der gesteigerten knochenbildenden Kraft des Periostes.

Je höher ein Organ oder Gewebe in Bau und Leistung steht, je schärfer seine Tätigkeit umgrenzt ist, um so schwieriger ist sein vollwertiger Ersatz.

Gerade deshalb bieten die Gelenke mit ihren vorwiegend mechanischen Aufgaben trotz ihres kunstvollen Baues verhältnismäßig gute Aussicht für den Neubildungsvorgang.

Für diesen ist die funktionelle Anpassung unserer Gewebe an neue mechanische Ansprüche von allergrößter Bedeutung — ihr gebührt der Löwenanteil an dem Erfolge. W. Roux unterscheidet eine quantitative und qualitative funktionelle Anpassung. Erscheinungen der ersteren sind beispielsweise die Aktivitätshypertrophie und die Inaktivitätsatrophie. Letztere erhöht durch Verbesserung der feineren Struktur der Gewebe ihre Eignung zur neu geforderten Leistung. Der funktionelle Reiz mit seinen neuen mechanischen Ansprüchen an die Gewebe bedingt ihre morphologische Höherentwicklung und die Umgestaltung der Formen in zweckdienlichem Sinne (gestaltliche funktionelle Anpassung).

Wenn beispielsweise nach völliger Exzision der Gelenkkapsel sich aus gesundem, paraartikulärem Bindegewebe eine, sogar wieder in zweifacher Schichte differenzierte, neue Kapsel mit Synovialfalten bildet und aus einer Ankylosenmasse in geeigneter Form ausgesägte, neue Gelenkkörper, mit Faszie überkleidet, sich mit einem dicken, spiegelglatten, gleitfähigen Ueberzug versehen, so ist das die Leistung einer bisher in dieser Vollkommenheit kaum für möglich gehaltenen funktionellen Anpassung. Aber das neu sich bildende Gelenk ist doch nur ein Ersatzgelenk, dem aber trotz Mangels wichtiger Eigenarten des normalen hohe Leistungsfähigkeit zu eigen sein kann.

Der große Nutzen der Ausbildung der funktionellen Struktur und Gestalt bleibt ungeschmälert trotz ihrer Abweichungen von der Norm.

Die nachfolgenden beiden Hauptabschnitte der Arbeit dienen der Beschreibung (IV) und der kausalen Erklärung (V) der Nearthrosenbildung.

IV. Morphologisches zur pathologischen Regeneration an Gelenken.

1. Lehren der Gelenkpathologie. 2. Tierversuche

Die Nearthrosenbildung kann a) als eine topische, also an gehöriger Stelle, b) als eine dystopische, an neuem Orte erfolgen.

Es ist zu unterscheiden, ob die Neubildung mit unseren Gelenken normalerweise eigenen Geweben oder durch funktionelle Anpassung anderer metaplastisch erfolgt,

ob der physiologische Gelenkmechanismus sich wiederbildet, oder ob neue, die Funktion abändernde (in der Regel vereinfachende) Gelenkformen mit anderer mechanischer Leistung entstehen, endlich, ob die Wiederkehr der Gelenkbeweglichkeit eine vollständige oder nur teilweise ist.

Wichtig ist ferner die Frage, ob das sich neubildende Gelenk mit genügender Sicherung der Führung und Stützfähigkeit gegen abnorme Bewegungen ausgestattet ist oder nicht, ob es als brauchbar oder unbrauchbar oder gar schädlich bezeichnet werden muß. Wegen mangelnder Festigkeit verschiedenen Grades wertlose Gelenke bezeichnet man bekanntlich als Schlottergelenke.

Es liegt nahe, eine nach schwerer Erkrankung eines Gelenkes mit langdauernder Untätigkeit wieder erfolgende Rückkehr der Funktion von dem Begriff des „Wiederbildungsvorganges“ auszuschließen und lediglich als erfreuliches Ergebnis der Übung anzusehen. Das gilt gewiß für zahlreiche leichtere Gelenktraumen und -erkrankungen.

Aber nach schweren Erkrankungen, Eiterungen, Tuberkulose ist oftmals das durch Wiederkehr der Bewegungsimpulse „neu“ entstandene Gelenk nicht nur nach Gelenkkörperform und Mechanik, sondern auch in seinem Gewebenaufbau (Knorpelverlust) oft so sehr von einem normalen Gelenke abweichend, daß es ebenso als topische Nearthrose bezeichnet werden muß, wie ein durch operative Arthroplastik neugebildetes. Scharfe Grenzen lassen sich da natürlich nicht ziehen.

1. Belege aus der menschlichen Gelenkpathologie.

a) Heilungs- und Regenerationsvorgänge bei Gelenkverletzungen.

Traumatische, auch ausgedehnte Knochendefekte der Gelenkenden regenerieren oftmals z. B. nach aseptisch verlaufenden Schußverletzungen (Femur, Humeruskopf) und bald wieder einsetzender Funktion in ungeahnter Weise. Eine spiegelglatte, sehnenglänzende, weiße, wohl aus den eröffneten Markräumen stammende, derbe Bindegewebslage bedeckt die ehemalige Knochenbruchfläche, während die Ausfüllung des Defektes durch neugebildete Knochensubstanz den deformierten Gelenkkörper seiner ursprünglichen Form näherbringt.

Es ist dies um so erstaunlicher, als das epiphysäre Markgewebe im allgemeinen keine sehr hochstehende Ossifikationskraft zeigt; wir sind der Ansicht, daß die funktionelle Beanspruchung der betreffenden Knochenanteile des Gelenkkörpers den Ausschlag gibt. Die pathologisch-anatomischen Befunde bei der Arthritis deformans (Sklerose der Schleiffurchen) und der innere, den Anforderungen entsprechende Umbau der neugebildeten Gelenkflächen legt uns das nahe.

Wir hören von demselben Vorgang bei der operativen Arthroplastik.

Größere Gelenkknorpeldefekte heilen dagegen infolge mangelhafter, wenn auch nicht fehlender Regenerationskraft so gut wie nie mit an Menge und Art vollwertigem Ersatz. Nur am Epiphysenknorpel kommt es unter Auftreten von Kernteilung zu reichlicher Neubildung von Knorpelsubstanz.

Die Hauptmasse des die Lücke ausfüllenden Gewebes ist stets bindegewebiger Natur. Abgesprengte Knorpelstücke heilen an ihrem Mutterboden nicht mehr an, sondern werden zu freien Gelenkkörpern (s. unten); nur an den mit Perichondrium überzogenen Seitenflächen (also bei Randdefekten) kann eine Wiederanheilung erfolgen, ebenso bei Mitabriss eines Knochenstückes unter besonders günstigen Umständen.

Substanzverluste des Deckknorpels bleiben meist für Lebenszeit sichtbar. In der sie ausfüllenden fibrösen, derben Narbe findet man Knorpelzellen, von denen dasselbe gilt, was wir bei den sekundären Veränderungen an traumatischen Gelenkmäusen hören werden.

Ich habe noch nie eine „schöne Narbe eines größeren Knorpeldefektes“ gesehen, noch weniger bei Erkrankungen als bei Verletzungen der Gelenkenden. Die Knorpelnarbe erinnert mich wegen ihrer stets sichtbar bleibenden Einsenkung und trotz der vom Rande her erfolgenden Glättung an die Blatternarben der Haut. Manche Defekte sind sicher nur fibrös ausgefüllt, andere mit einer knorpelähnlichen, jedoch höckerigen, unregelmäßigen Masse bedeckt, die aussieht, als ob man mit einem Wachslicht sie betropft hätte. Jüngere Defekte mit noch reichlich vaskularisiertem Bindegewebe zeigen blaßrötliche Fär-

bung, die bei Eröffnung des Gelenkes lebhafter wird. Das gilt sowohl für den aus den eröffneten subchondralen Markräumen, als den von angelagerten Synovialteilen stammenden Ersatz. Durch Gelenkbewegungen kann die den Defekt deckende Kapseladhäsion sekundär gelöst worden sein (s. IV 1d).

An in unmittelbarem gegenseitigen Schleifkontakt stehenden Knorpelflächen erfolgt die Reparation ungleich vollständiger als an den Komplementäräumen des Gelenkes zugewandten Stellen. Deshalb erfolgt an Kugelgelenken die Ausheilung von Knorpeldefekten um so viel besser als an den Scharniergelenken.

Im Kindesalter haben wir natürlich viel günstigere Verhältnisse für den Wiederersatz auch ausgedehnter Knorpeldefekte. Ich habe das ganz besonders am Ellbogengelenk bei der sogenannten Fractura diacondylia (Kocher) mit Ablösung des ganzen Knorpelbelages der Trochlea gesehen. Bei Entfernung des in der hinteren Kapseltasche liegenden Körpers kann man öfters gute Neubildung der normalen Form der Rolle beobachten.

Gelenkkörperfrakturen können erfahrungsgemäß beim Fehlen erheblicher Verschiebung der Bruchstücke bei zweckmäßiger Nachbehandlung mit ganz oder nahezu normaler Beweglichkeit ausheilen. Man denke beispielsweise an die genähte Patellar- und Olekranonfrakturen, die T-Brüche, die jetzt verlassene Ogstonische Operation bei Genu valgum (s. Fig. 1).

Es handelt sich dabei allerdings um Knorpelknochenteile mit ungestörter Ernährung. Viel ungünstiger sind schon die Verhältnisse bei der Fraktur des Oberarmkopfes im anatomischen Hals und dem rein intrakapsulären Schenkelhalsbruch. Da bleibt trotz wohlgelegener Reposition die Vereinigung der Bruchstücke nicht selten aus und verhält sich das abgebrochene Stück Gelenkkörper wie eine große Gelenkmaus. Gerade diese Beobachtungen führen uns zu den (traumatischen) Gelenkmäusen. Manches aus dieser viel umstrittenen Lehre ist für unsere Betrachtungen wertvoll. Einige ganz kurze Hinweise müssen genügen.

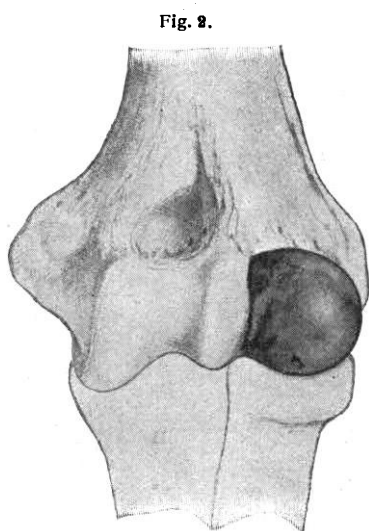
Neuere Untersuchungen fanden für einen großen Teil der Fälle ihre Entstehungsursache in einer traumatisch bedingten Störung der arteriellen Blutversorgung (Endarterien) gewisser Gelenkkörperabschnitte mit nachfolgender völliger Nekrose des so geschädigten Knochens, mit teilweiser des ihn deckenden Knorpelbezirk; die Art der erfolgenden Schädigung wird allerdings recht verschieden erklärt (Börner, Ludloff, Kirschner, Weil, Axhausen); diese Ernährungsstörung führt jedoch nicht zur sofortigen Lostrennung des betroffenen Gelenkflächenanteils.

Plötzliche Pressungen und Stauchungen der Gelenkkörper bedingen nicht nur diese folgenschweren subchondralen Gefäßveränderungen, sondern auch bei Operationen frischer Fälle nachweisbare Knorpelrisse (Büdinger); ebenso sind Ausreißungen von an Gelenkbändern hängenden Gelenkflächenstücken sichergestellt; Abtrennung größerer Teile der Gelenkkörper erfolgt nur bei schwerer Gewalteinwirkung (s. Fig. 2).

Das so geschädigte Knorpelknochenstück wird durch einen dissezierenden Vorgang (F. König) ganz allmählich aus seinem Lager gelöst, während



Neuer Kniegelenksmechanismus nach Kompressionsfraktur des Tibiakopfes. Sehr gute Funktion.



Isolierter Abbruch des Capitulum humeri mit Anheilung und Verlagerung nach vorn.

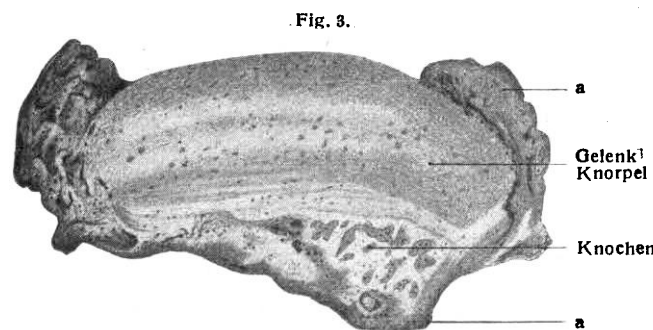
es selbst durch reaktive Vorgänge seiner Nachbarschaft, die zum Teil als Regenerationserscheinungen angesehen werden müssen (Axhausen), sehr erhebliche sekundäre Veränderungen erleidet. Die Lösung erfolgt durch aus den Markräumen des Knochens hervorgehendes junges Bindegewebe. Die gegen den Gelenkhohlraum zu sehenden Knorpelanteile bleiben dank der Berührung mit der Synovia am Leben, während die tieferen, abgestorbenen Knorpelanteile von Faserknorpel (embryonaler Bau) und sklerotischem Bindegewebe substituiert werden (Axhausen). Daß ungeschädigter Knorpel von der Synovia lebensfähig erhalten werden kann, hat Barth, dem wir sehr verdienstvolle Arbeiten über diese Frage verdanken, zuerst erkannt. Dessen Ansicht, daß primär durch ein Trauma losgelöste Knochenknorpelstücke durch sekundäre Verklebung mit der Synovialmembran aus dieser ihre Ernährung erhalten, gilt wohl für die im Tierversuche erzeugten Gelenkkörper, kann aber für die menschlichen Gelenkmäuse nicht als Regel angesehen werden.

Tierversuche Axhausens ergaben, daß das Bett des Defektes durch subchondrales, junges, zellreiches, resorptionsbegabtes Bindegewebe ausgefüllt wird, das sich nach Abstoßung des geschädigten Gelenkflächenstückes in derbfaseriges, zellarmes, periostähnlich aussehendes Narbengewebe wandelt.

Auch bei Arthritis deformans sieht man in ihrem Bau völlig den geschilderten gleichende Gelenkkörper (s. unten).

Uns interessiert hier vor allem die von verschiedenen Beobachtern festgestellte Tatsache des sekundären Wachstums der Gelenkmäuse.

Ehemalige Knochenoberfläche und Seitenteile des Körpers werden von einer höckerigen, unregelmäßigen, hyalin aussehenden Faserknorpelmasse wallartig überwuchert, sodaß die einem in dicke Fassung eingesetzten Edelstein (Schmieden) gleichende Gelenkknorpelfläche als der wenigstens veränderte Anteil erscheint (s. Fig. 3). Als äußerste



Sekundäres Größenwachstum einer Gelenkmaus (nach Schmieden). a a Knorpelneubildung.

Gewebsschicht überzieht ein gefäßfreier Bindegewebsmantel den Gelenkkörper, der sich bis zum Zwei- bis Dreifachen seines ursprünglichen Umfangs vergrößern kann. Die Ausdehnung dieser einer Proliferation der Gelenkmaus selbst zugeschriebenen „Gewebsumhüllung“ (Real, Schmieden u. a.) dürfte wohl von ihrem Alter abhängen.

Nimmt man an, daß das noch ungelöste Knochenknorpelstück sich an Ort und Stelle erheblich dank des sich in ihm abspielenden Regenerationsvorganges vergrößert, so müßte eine Hemmung der Gelenkfunktion gelegentlich einmal bedingt werden. Man hat aber gerade Stadien getroffen, in denen die Lösung nahezu vollendet war und sich die zukünftige Gelenkmaus aus ihrem Lager nach Durchtrennung einer dünnen Knorpelschicht herausheben ließ (Ludloff, Kirschner).

Das spricht gegen ein starkes Wachstum vor der Lösung. Ferner ist es sonderbar, daß aus abgestorbenen Geweben auch unter Annahme einer Reorganisation aus lebend erhaltenen Knorpelzellen sich ein so erhebliches sekundäres Wachstum ergeben sollte. Und doch habe ich eine ganze Anzahl von Fällen gesehen, in denen die noch gut erkennbare Größe des ehemaligen Defektes von der des freien Körpers um das Zwei- bis Dreifache übertroffen wurde.

Ich halte die Synovia nicht bloß für ein völlig passives Abnutzungsprodukt von Knorpel und Synovialmembran, sondern für ein verflüssigtes, noch mit einer gewissen lebenspendenden Kraft ausgestattetes Gewebe, eine Knorpelbindegewebslösung mit den Eigenschaften einer Knorpelmutterlange, dem wahrscheinlich appositionelle Fähigkeiten zu eigen sind. Begonnene Tierversuche mit Einbringung aseptischer, poröser Fremdkörper (Holundermark, Schwamm) in Gelenke müssen diese Annahme erweisen oder stürzen. Wir halten eine Aufrollung dieser Frage deshalb nicht für ganz

zwecklos, weil im Falle des Zutreffens meiner Annahme eine autoplastische Synovialtransplantation in erkrankte oder völlig neugebildete Gelenke besonders nützlich sein könnte.

Die Bildung einer synoviaähnlichen Flüssigkeit in völlig knorpelfreien Gelenken entspricht der Gleitflüssigkeit zwischen Sehne und Sehnenscheide. Davon hören wir noch bei der Schleimbeutelbildung.

Ganz kurz müssen wir noch des Ersatzes traumatischer Defekte der Gelenkkapsel gedenken.

Ausgedehntere klinische Erfahrungen liegen erst seit der Einführung der operativen Nearthrosenbildung vor. Ueber bei Nachoperationen an neugebildeten Gelenken erhobene Befunde hören wir noch (s. unten VI).

Aber auch sonst gibt es Fälle, welche ein hohes Wiederbildungsvermögen der Gelenkkapsel einwandfrei ergeben. Die großen Kapselrisse bei Luxationen heilen in der Mehrzahl der Fälle so, daß eine Minderwertigkeit des Gelenkes nicht nachzuweisen ist. In manchen Fällen allerdings entstehen „habituelle“ Luxationen. Nur drei Beispiele. Ich habe in meinen Arbeiten über Gelenkeiterungen mitgeteilt, daß es bei schwerer Kapselzerreißen durch grobe Gewalt am zweckmäßigsten ist, einen Weichteillappen (Faszie, Muskel), in Ermangelung von solchen einen großen Hautlappen nach Wundexzision auf den Kapseldefekt zu legen und so das Gelenk wieder zu verschließen. Eine ganze Anzahl so behandelter Fälle heilte ohne Eiterung mit ausgezeichnete Funktion. Der für später geplante Faszienersatz erwies sich als unnötig. Durch Anpassung des subkutanen Zellgewebes bildete sich eine genügend feste, neue Gelenkkapsel.

Bei der Kniesteife durch Quadrizepskontraktur, Rezessusöde und Kapselschrumpfung reißt gelegentlich auch bei langsamer Beugung während der Operation die Kapsel an der Außenseite des Gelenkes in querer oder schräger Richtung durch. Bei fast rechtwinkliger Beugung des Gelenkes klappt dieses. Mehrmals haben wir den Defekt durch gestielte Faszienlappen oder — freie — Uebertragung gedeckt andere Male nach Subkutannaht die Haut über ihm vereinigt. Der Erfolg war ebenso tadellos. Nichts ließ bei späterer Untersuchung den breiten Kapselriß vermuten. Endlich habe ich bei chronischem Hydrops des Kniegelenkes sehr große Anteile der Synovialmembran entfernt (dem ganzen Rezessus entsprechend), um die Gelenkhöhle in ganz breite Kommunikation mit dem lockeren Bindegewebsraum unter dem Quadrizeps zu bringen (Lymphdrainage des Kniegelenkes). Nach kürzester Zeit ist wieder eine neue Kapsel gebildet.

Die klinischen Erfahrungen über Wiederbildung von zerrissenen Gelenkbändern sind nicht zahlreich. Es liegen solche über das Ligamentum teres des Hüftgelenkes, die Kreuzbänder und Seitenbänder am Knie, das Ringband des Radius vor. Vom erstgenannten hören wir bei Besprechung der Befunde an irreponierten Luxationen. Die spontane Wiedervereinigung eines zerrissenen Kreuzbandes scheint sehr selten zu erfolgen, wie die von Goetjes zusammengestellten Operationsbefunde ergeben. Für die unsichere Wiederbildung zerrissener Seitenbänder der Gelenke spricht die seit Jahren in Gebrauch gekommene Naht oder Faszienplastik. Das Ringband des Radius kann sich wiederbilden, wie ich es bei der Nachoperation eines Falles von Mobilisierung des Ellbogens wegen ungenügender Beugungsfähigkeit gesehen habe, bei dem das Band bei völliger Synostose der beiden Vorderarmknochen bei der Lösung völlig exzidiert worden war.

Ueber die Wiederbildung von Synovialfettfalten haben wir bei den Ergebnissen der Arthroplastik einige Anhaltspunkte gewonnen (s. VI).

(Fortsetzung folgt.)