

(Aus dem Pathologischen Institut des Stadtkrankenhauses in Mainz.)

Zur Kritik der Callusbildung, Muskel- und Narbenverknöcherung.

Von

Georg B. Gruber.

Mit 6 Textabbildungen.

(Eingegangen am 26. Mai 1921.)

In mehreren Arbeiten habe ich das Problem der Verknöcherung im Muskel-, Fascien- od. Sehnengewebe behandelt, ohne die Aufgabe erschöpfen zu können. Eine Veröffentlichung Sudecks lehrt, daß meine Auffassung oder die von mir gegebene Darstellung über aperiostale Verknöcherung im Muskelbereich Zweifel zuläßt. Es sei deshalb gestattet, noch einmal auf das alte Thema zurückzukommen.

Sudeck vertritt die Lehre von der periostalen Genese der traumatisch bewirkten, in der Nähe eines Skeletteils, unabhängig vom Knochen liegenden oder mit ihm verwachsenen Verknöcherungen innerhalb der Muskulatur; diese Lehre faßt er als „Anhang“ der Lehre von den Knochenverletzungen (Knochenbrüchen, Abrißfrakturen) auf. Er stützt sich mit Recht auf die Erfahrung, daß Periost Knochen bildet — auch verpflanztes Periost —, daß die parostalen Knochenbildungen (Muskelverknöcherungen) meist in der Nähe des Periostes liegen, und betont, daß diese heterotopen Knochenbildungen vom Knochencallus nicht zu unterscheiden seien, was sich auch in der Königlichen Benennung „frakturloser Callus“ kennzeichnet. Ferner führt er aus, daß zwar dem Bindegewebe unter gewissen pathologischen Umständen, unter denen das Trauma jedoch keine hervorragende Rolle spielte, auch die Fähigkeit der Verknöcherung zukomme, daß aber diese Bildungsmöglichkeit für das Bindegewebe nicht in dem Maße wesentlich sei wie für die Knochenhaut. Erst wenn es mißlinge, auf die Funktion des Periostes als Knochenbildungsquelle zu schließen, dürfe man auf das Bindegewebe zurückgreifen. Die Lehre von der Myositis ossificans traumatica sei sozusagen überflüssig, wenn man mit periostaler Bildungsweise die Entstehung der gelegentlich auch vom Skelett völlig getrennt erscheinenden und manchmal zu ganz befremdender Ausdehnung herangewachsenen parostalen Knochen im Muskelbereich erklären könne.

Im Verlaufe seiner Arbeit behandelt Sudeck ausführlich die durch Verrenkung entstehenden Verknöcherungen, die er als Erscheinung parostaler Abrißcallusbildung auffaßt. Sodann spricht er von Kontusionsabrißcallus, d. h. jener so häufig in der Oberschenkelmuskulatur, an der Vorderseite des Oberarms im Musculus brachialis, in den Adduktoren des Oberschenkels, im Musculus deltoideus nach Stößen, Schlägen usw. gesehenen Verknöcherung (Exerzierknochen, Reitknochen). Immer sind es breit inserierende Muskeln, in welchen diese Verknöcherungen auftreten. Sie seien genetisch durch traumatische Periostlockerung, Einrisse oder Abtrennung und besonders wesentlich durch gleichzeitige ungeordnete Teilkontraktionen des betroffenen Muskels zu erklären; d. h. sie seien bedingt durch Abreißung des Muskelansatzes samt dem Periost und durch Verlagerung des Abrißendes infolge der Muskelzusammenziehung — entsprechend der Abrißfraktur — und durch gleichzeitige Schaffung eines Blutbettes zwischen Abrißstelle und Verlagerungsort. Sei die Verlagerung weitgehend, könne eine Verknöcherung ohne Verbindung mit dem Skelett im Muskel entstehen. Schließlich handelt Sudeck von einem Abrißcallus durch scharfe Verletzung, der dem Kontusionsabrißcallus genetisch gleichzusetzen sei, nur daß die Verletzung andersartig erfolge.

Es fragt sich nun, ob durch die gewiß unleugbaren Tatsachen, daß Periost traumatisch durch Verrenkung, Weichteilquetschung oder direkte Verletzung verlagert werden kann, und daß aus verlagertem Periost Knochen ohne Verbindung mit dem Skelett zu entstehen vermag, alle parostalen Knochenbildungen restlos zu erklären sind. Und es fragt sich weiterhin, ob man ein Recht hat, neben der periostalen Genese solcher ortsungewöhnlichen Verknöcherungen an andere Möglichkeiten der Knochenbildungen zu denken, ja ob nicht die Vorstellung zulässig ist, daß überhaupt bei Verknöcherungsvorgängen auch im Fall von Knochenbrüchen, abgesehen von der direkten Regeneration aus vorhandenen Periost- und Endostanteilen, noch weitere Gewebsbestandteile zur periostalen Leistung herangezogen werden.

Sudeck hält es nicht für nötig, sich nach einer weiteren Erklärung umzusehen, da die periostale Genese von vornehmerein die größte Wahrscheinlichkeit beanspruche; „daß beide Theorien“ — nämlich die Lehre heteroplastischer und periostaler Entstehung des ortsungewöhnlichen Knochens — „nebeneinander zu Recht bestehen sollen, ist an sich unwahrscheinlich“, führt er aus; da keine dringenden Gründe für die Annahme beider Theorien zugleich vorlägen, sei ihre Vorstellung zugunsten der periostalen Genese zu verwerfen.

Ich muß zugeben, daß die Darlegungen über den parostalen Callus nach Luxationen sehr zugunsten der periostalen Genese sprechen, daß man wohl in vielen Fällen alle Muskelverknöcherungsscheinungen

im Luxationsgebiet damit erklären kann. Ob die Erklärung unbedingt für alle Verknöcherungsprodukte, auch für die sehr entfernten und bizarren geformten zutrifft, ist damit nicht bewiesen, vielleicht bis jetzt auch nicht beweisbar.

Das gilt auch für die Kontusionsverknöcherungen, um so mehr, als Sudeck selbst angibt, daß hier die Periostabreißung nicht unmittelbar bewiesen, also hypothetisch, wenn auch wahrscheinlich sei. Dabei stützt er sich auf klinische Erscheinungen, histologische Befunde und Tierexperimente. Darüber wäre nun nicht zu streiten, wenn man nicht ebenfalls aus klinischen, histologischen und tierpathologischen Erfahrungen wüßte, daß es eben auch eine aperiostale Verknöcherung gibt, die von der periostalen Callusbildung nicht zu unterscheiden ist. Und bei aller Anerkennung der großen und überragenden Bedeutung der Knochenhaut, auch der verlagerter, für die Bildung neuen Knochens, darf die Überlegung nicht als gleichgültig, überflüssig oder als irreführend bezeichnet werden, daß bei einer Callusbildung auch Vorgänge im Spiele sein können, welche als Knochenentstehung aus dem Mutterboden des Bindegewebes aufzufassen sind. Daß ich die Hypothese der Möglichkeit einer Callusbildung aus dem Bindegewebe heraus gegenüber der Tatsache des periostalen Knochenbildungsvermögens in den Vordergrund schiebe, wie man einen „lieberen Sohn“ dem anderen Kinde vorzieht, lehne ich ab. —

Es ist also die Aufgabe gestellt, die eben erwähnten posttraumatischen Vorkommnisse von fraglich aperiostaler Knochenbildung im Muskel- bzw. Fasziengebiet zu besprechen; daraus wird sich vielleicht ableiten lassen, ob es der allgemeinen pathologischen Anschauungsweise widerspricht, auch andere als periostale und endostale Vorgänge bei der Knochenbildung im Weichgewebe des Bewegungsapparates anzunehmen, endlich wird es nötig sein, sich zu dem speziellen pathologischen Begriff der traumatischen Myositis ossificans zu äußern.

Um dieser Aufgabe, die mich, wie gesagt, schon früher beschäftigte, nachzukommen, mußten zuerst einige Unklarheiten beseitigt werden, welche in einer zur Sache sehr wichtigen Abhandlung Pochhammers „Über die Entstehung parostaler Knochenbildungen“ durch die Bezugnahme auf Untersuchungsergebnisse von Poscharissky „Über heteroplastische Knochenbildung“ entstehen konnten. Die Ausführungen Poscharisskys gipfeln darin, daß der heteroplastische Knochen nur auf Grund dystrophischer Gewebsvorgänge, an Stellen vorausgegangener Nekrose und Verkalkung aus produktiv tätiger, zellreicher Bindegewebsmatrix ohne Bildung einer Knorpelzwischenstufe entstehe. Dieser ganze dystrophische, sodann reaktive, in Verknöcherung

auslaufende Vorgang dauert sehr lange, er bedarf zu seinem Ablauf vieler Monate, ja Jahre (— wobei allerdings durchaus unklar ist, wieviel der Zeit allein auf die Knochenbildung anzurechnen ist, die möglicherweise, wenn sie einmal einsetzt, auch recht schnell zustande kommen kann).

Demgegenüber hat Pochhammer darauf hingewiesen, daß die periostale Callusbildung sich in einem viel akuteren, kurzfristigen Verlauf abspielt, in einer klinisch gut erkennbaren Bildungsweise, die man nach Tagen und Wochen beziffern kann. Diese Bildungsweise sei auch histologisch wohl umschrieben, da die Ossifikation nach Verletzungen am Knochen, d. h. sowohl die direkte Callusbildung als die parostale frakturlose Callusbildung (-Muskelverknöcherung) durch fortlaufende Übergänge der Bildung von Knorpelgewebe, osteoidem Gewebe und Knochengewebe ausgezeichnet seien. Pochhammer hat in sehr schönen, unzweifelhaften Experimenten durch Loslösung und autoplastische Einlagerung von Knochenhautstücken oder -geschäbel in die Muskulatur parostale Verknöcherungen frei oder in Verbindung mit dem Gliedknochen bei Kaninchen erzeugt, wobei ein Bluterguß oder Bluteinguß um das verlagerte Periostgewebe von günstiger Bedeutung war. Zweifellos sind die so erzeugten Muskelknochen verschieden von den heteroplastischen Verknöcherungen, die Poscharissky für verschiedene Organe beschrieben hat. Pochhammer kam daher zu der Auffassung, daß die von ihm gesehene Knochenbildungsweise nur dem Periostknochen eigentümlich sei, und daß man die parostalen Weichteilverknöcherungen nur vom Periost ableiten dürfe.

Dieser Auffassung bin ich auf Grund von Untersuchungen an Muskelknochen, die nicht mit dem Gliedknochen verbunden waren, entgegengetreten und habe betont, daß eine nur dem Periost eigentümliche, histologische Verknöcherungsform nicht existiere, und daß, abgesehen von der häufig wohl nicht zu bestreitenden Mitbeteiligung einer peristalen Genese für die verschiedenen Arten der Muskelverknöcherung, eine aperiostale Knochenbildung aus dem Bindegewebsmutterboden heraus in Frage käme, eine Verknöcherung, welche nicht an primäre Gewebsdystrophie und Kalkablagerung gebunden sei. Meine Beweisführung wurde jedoch von Sudeck als Versuch am untauglichen Objekt gerügt. Die beobachteten Beispiele ließen teils die akute gesetzmäßige Entwicklung analog dem periostalen Callus vermissen, teils ließen sie die periostale Genese nicht ausschließen, teils fehlte ihnen die traumatische Entstehung. Sudeck, der sich zwar nicht für kompetent hält in der Beurteilung der histopathologischen Seite der Angelegenheit der Callusbildung, hebt ausdrücklich hervor: „Der Bindegewebstheorie der Myositis ossificans traumatica fehlt überhaupt die pathologisch-anatomische Beglaubigung.“

Es läßt sich eine Klärung hier natürlich nur erreichen, wenn auch der Begriff der periostalen Callusbildung festgelegt ist. Mir scheint, daß Pochhammers einschlägige Beschreibung nicht ausreichend ist, um sie zur Voraussetzung einer Kritik zu machen, die so sehr der histologischen Gesichtspunkte bedarf, wie die Lehre von der heterotopen Knochenbildung. Darum sei im folgenden Absatz die Vorfrage nach der Histologie der periostalen Callusbildung zu beantworten versucht.

Pochhammers Beschreibung der Knochenbildung vom abgelösten und verlagerten Periost des Kaninchens aus scheidet von vornehmlich scharf größere plumpere Zellformen der Osteoplasten von den feineren spindelförmigen Bindegewebszellen; nur heißt es, daß in den Anfangsstadien der Verknöcherung die Osteoplasten noch nicht reihenförmig angeordnet seien, sondern vielfach noch ungeordnet zwischen den mit ihnen gleichzeitig in Wucherung geratenen Bindegewebszellen lägen, von denen sie, besonders während des Entwicklungsstadiums nicht immer scharf und deutlich unterschieden werden könnten. Eine endgültige Sonderung beider Gewebsarten und Zellformen habe noch nicht Platz gegriffen. Hier scheint mir ein springender Punkt zu sein. Niemand bestreitet, daß Osteoplasten Knochen bilden, niemand bestreitet, daß Periost und damit die Osteoplasten mesodermale Abkömmlinge sind — gleich dem Bindegewebe. Es fragt sich nur, ob man gezwungen ist, bei einem Gewebsbild, wie es aus Pochhammers gewiß nicht angezweifelter Beobachtung herausleuchtet, scharfe Grenzen zwischen Osteoplast und Bindegewebszelle zu ziehen, d. h., ob die Überlegung nicht zulässig ist, daß auch in postembryonaler Zeit, d. h. zu Zeiten des Bedarfes, nach Verletzungen in bestimmter Region und unter bestimmten Bedingungen, Zellen eines gewucherten, jugendlichen Bindegewebes sich zu Knochenbildungszellen differenzieren können. Es wird natürlich diese Überlegung gerade für Pochhammers Fälle nicht leicht in Frage gezogen; denn er hat unter so durchsichtigen Bedingungen gearbeitet, daß er eine Osteoplastenbildung aus der von ihm verlagerten Matrix erschließen darf. Und dennoch ist die Möglichkeit nicht generell mit faßbaren morphologischen Beweisen abzutun, daß, abgesehen von der periostalen Matrix auch die übrige Bindegewebsmatrix Zellen differenzieren kann, die alsdann den Charakter der Cambiumzellen aufweisen, Zellen, die sich mit den Cambiumzellen vereinen und an der Bildung der Knochengewebssubstanz teilnehmen. Diese Annahme liegt nahe, wenn man bedenkt, daß der Differenzierungsunterschied zwischen Knochenhaut und Bindegewebe nicht sehr groß ist. Dafür spricht z. B. das Ergebnis des Dibbetschen Versuches der kalkarmen Fütterung an der säugenden Hündin; dieser Versuch ergab eine Beeinträchtigung der Verknöcherung des Skelettes des gesäugten

jungen Tieres. Seine Knochen wiesen nicht etwa osteoide Säume, sondern ein fibröses unfertiges Gewebe auf; dieses Gewebe hatte aber andererseits osteoplastische Fähigkeit, wie sich erwies, wenn das junge Tier weiterhin mit Kalk in der Nahrung bedacht wurde.

Die außerordentlich nahe Verwandschaft zum Knochenbildungsgebebe zeigt das Bindegewebe aber doch so recht in den Fällen, welche eine Knochenbildung fern von allem Periost in irgendwelchen Weichgeweben an der Grenze dystrophisch verkalkter Stellen erkennen lassen. Man hat doch direkt den Satz prägen können: Wo junges, entwicklungs-fähiges zellreiches Bindegewebe auf Kalk stößt, kann Knochen gebildet werden, d. h. dort nehmen Bindegewebzellen die Funktion von Osteoplasten an und bilden Knochengrundsubstanz (Marchand, Rohmer, Ribbert). Die Möglichkeit der Differenzierung von Bindegewebzellen in Knochenbildungszellen unter postembryonalen Verhältnissen kann also m. E. allgemein nicht in Abrede gestellt werden. Die Bedingungen für solche „Umbildung“ liegen indes nicht allenthalben klar zutage.

Eingehende Darlegungen über eine typische Histologie des Callusgewebes gibt Pochhammer nicht. Er spricht an Hand von Kaninchenversuchen wohl von neugebildetem Knorpelgewebe und osteoiden Bälkchen, die übrigens beim Callus des Kaninchens in ganz anderem Maß als beim Menschen erheblich sind, er bemerkt auch die Schwierigkeit der Grenzbestimmung zwischen Knorpelgewebe, osteoidem Ge-webe und gewuchertem Bindegewebe, aber er hat meines Erachtens das Bild nicht so umschreiben können, daß es als histologisch typisch und ausschließlich für die periostale Callusbildung gelten könnte, oder daß es die „gesamten Charaktere der periostalen Verknöcherung“ aufwiese, wie Sudeck meint. Vom Menschen ist dabei nicht die Rede. Deshalb und, weil Pochhammer die Schwierigkeiten der Erschließung der histologischen Callusbilder nicht verkennt, die natürlich ebenso gut in der Deutung des periostalen als des parostalen Callus zu Fehlschlüssen führen können, seien hier Ausführungen über Gewebsverhältnisse an vier menschlichen Frakturheilungsstellen eingeschaltet. Diese Ausführungen sind auch nicht erschöpfend, ich hoffe aber, daß sie ein Bild über die Buntheit in der Ossifikation bei der Callusbildung gewähren, die etwas sehr Veränderliches ist, wie ja der ganze Knochen hinsichtlich seiner Gewebseigenschaften schon von R. Virchow wegen seiner Veränderlichkeit mit einem launischen Menschen verglichen wurde.

Zur Verfügung standen histologische Schnittpräparate von den heilenden Bruchstellen einer Rippe, eines Schlüsselbeins, eines Oberschenkels und eines Oberarms.

a) Rippenbruch; lag etwa 3 Wochen zurück; es handelt sich um eine mäßige Knickung, welche durch einen mantelförmigen Callus von 1 cm Länge zusammengehalten war. Dieser Callus bestand zum größten Teil aus Knorpel-

gewebe, dessen Zellen recht unregelmäßig angeordnet waren. Der Knorpel schließt sich in allmählichem Übergang an ein bindegewebiges, zellreiches Stratum an, das als Fortsetzung bzw. Produkt der Knochenhaut gedeutet werden kann. Ausgesprochene Verkalkungszonen lässt die Knorpelbildung vermissen. Dort, wo sie an das alte Knochenmark angrenzt, zeigen sich gefäßreiche Markknospen mit Chondroklasten in Zerstörung dieses Knorpels begriffen; es ist dies nur ein schmaler Streifen; im übrigen sieht man osteoide oder ganz minimal mit Kalk imprägnierte, feine Knochen-Spängchen und -Leisten, die direkt dem Knorpel aufsitzen. Auch an andern Stellen bemerkt man Inselchen und Streifen osteoider Substanz, die sozusagen aus dem Knorpel herausgetaucht sind, also fern aller Chondroklasieherde und bar aller Osteoplastensäume. — Andrseits kann man am Rand der Callusbildung deutlich außerhalb der fibrösen Zone des alten Periostes feine junge Osteoid- und Knochenleistchen in neuer Ausbildung erkennen. Sie verdanken ihre Entstehung einer typischen Osteoplastentätigkeit. Zwischen ihren Bälkchen hat sich ein feines lockeres retikuläres Knochenmark entwickelt, ein jugendliches, dem Mesenchymgewebe ähnelndes Knochenmark, dessen Züge an verschiedenen offenen Stellen zwischen den Knochenleistchen unmittelbar in das umhüllende, ebenfalls lockere und zellenreiche Bindegewebe übergehen. Wie gesagt, spielt sich diese Knochenbildung außerhalb des ursprünglichen Periostes an einer Stelle ab, welche nachbarlich durch das Vorhandensein des alten knöchernen Rippenmantels mit seiner derben, eng anschließenden Knochenhaut ausgezeichnet ist. An der Innenseite dieses alten Knochens ist durch endostale osteoplastische Tätigkeit spongiöser, kalkarmer Knochen unmittelbar an den alten Knochen angelegt worden. Während das alte Knochenmark an den Grenzen der Frakturstelle reich an Blutbildungsherden erscheint, ist das Knochenmark im ganzen Bereich des Callus ausgesprochen bindegewebig retikulär, reich an spindeligen und sternförmigen Zellen. Aus diesem Muttergewebe gehen zahlreiche spongiöse Osteoid- und Knochenleistchen durch Osteoplastentätigkeit hervor. An den Resten des alten Knochens sind da und dort auch Zeichen des Knochenabbaus durch lacunäre Arrißoson und Wirkung von Ostoklasten zu ersehen, welche als vorgeschobene Posten des bindegewebigen Knochenmarks gelten können.

b) S. S. 211/1918. ♂ 23a. Komplizierter Schenkelbruch durch Schußwirkung vor 3 Wochen. Oberschenkel quer abgebrochen, jedoch bereits von einer stellenweise neuen, gut ausgebildeten mantelförmigen Knochenschale wieder verbunden; dieser Callus war noch außerordentlich dünn; er umschloß teilweise einen zwischen den Bruchstücken und der Muskulatur gelegenen, von gelbbrauner Gallerte erfüllten Hohlraum. Die angrenzende Muskelzone war von blauroten, blutigen Streifungen im Gebiet ihrer Interstitien durchsetzt. Ein Stückchen von der Grenze zwischen Muskulatur und Callus wurde histologisch untersucht. Dabei ergab sich das Bild eines spongiösen Knochens mit sehr lockerem, gefäßreichem, retikulärem, vom Blutbildungszellen entblößtem Knochenmark, das durch Lücken zwischen den Knochenbälkchen unmittelbar in das umgebende, zellenreiche Bindegewebe übergeht. Eine typische Periostbildung mit deutlicher Cambiumschicht und fibröser Außenschicht fehlt. Vielfach sieht man die Knochenbälkchen in zierlichen Leistenformen sich direkt an das Bindegewebe anschließen, ja sogar bis in die Muskulatur hinein erstreckt sich die Verknöcherung; es gelingt selbst zwischen den Knochenbälkchen der Randzone des Callus abgetrennte Muskelfasern noch in den neuen Markräumen anzutreffen; jedoch nur im äußersten Randgebiet und in sehr beschränkter Zahl und Ausdehnung. Eine breitere Knorpelbildung des Knochens fehlt, wenn man auch an einer Stelle Knorpelgewebe im unmittelbaren Anschluß an dies fibröse Hüllgewebe und weitergehend eine Osteoidbildung ohne Andeutungen für Zerstörungsprozesse am Knorpel erkennen kann. Die Knochenbälkchen, die äußerst reich an Sharpeyschen Fasern sind, anderseits

nur mäßige Kalkdurchtränkung erkennen lassen, sind teilweise mit Osteoplastensäumen besetzt. An einer Randstelle werden zierliche, netzartige Osteoidgeflechte, eingescheidet von reichlichen Osteoplasten, gesehen, welche sich am Rand des zellreichen, ausgezeichnet durchbluteten Bindegewebes vorfinden. Als Knochenbildner werden sie lediglich durch die Anlagerung an das von ihnen erzeugte Produkt erkannt.

c) S. S. 116/1918. ♂ 34a. Schlüsselbeinbruch vor 23 Tagen. Das Schlüsselbein war an der Grenze des äußeren und mittleren Drittels auf Taubeneigröße verdickt. Das eine Bruchende war um die Hälfte der Knochendicke ad peripheriam, etwa $1\frac{1}{2}$ em ad longitudinem, endlich um geringes ad axim verschoben. Eine halbstarre Callusbildung hielt die Bruchenden umschlossen. — Histologisch zeigte sie die verschiedensten Bilder. So sieht man vielfach in breiten Zonen das unmittelbar die Bruchstelle umgebende gefäßreiche Bindegewebe sich lichten, ohne Grenze übergehen in ein retikuläres zellenreiches Gewebe, in dem dann wieder zierliche Knochenbälkchen liegen, deren Ränder mit osteoplastischen Zellen dieses an Blutbildungselementen völlig freien, retikulären, zellreichen Knochenmarkes besetzt sind. Anderen Ortes hat sich das bindegewebige Hüllmaterial in großblasiges Knorpelgewebe differenziert. Zwischen den Knorpelzellkapseln sieht man deutlich fibrilläre Gebilde nach dem osteoiden Gewebe od. Knochen hinziehen, der z. T. in direktem Übergang vom Knorpelgewebe ange troffen wird. Wiederum an anderen Stellen zeigt der Knorpel tiefe Buchten erfüllt mit retikulärem, gefäßreichem Markgewebe, ebenso wie sich Stellen finden, an denen ostoklastische Elemente dieses Knochenmarkgewebes an der Arbeit sind, neugebildete Knochenleistchen zu zerstören. Auch am alten Knochen ist solche Arrosion zu erkennen, während sich anderseits auch Osteoid- und Knochengewebe in neuer spongiöser Bildung unmittelbar, lückenlos angelehnt an den alten Knochen findet. An einer anderen Stelle wurde ein mitten in die Callusbildung eingeschalteter Rest atrophischer quergestreifter Muskelbündel gefunden. Von seinem Perimysium zu dem retikulären Knochenmarkgewebe ist ein unterschiedloser Übergang. Keine Spur eines differenzierten Periostes lässt sich feststellen. Einzelne muskuläre Fasern, die förmlich zerteilt und von der spongiösen Callusbildung umwachsen wurden, sind in der Nähe dieser Muskelinterposition ebenfalls wahrzunehmen. Am auffälligsten an der Callusbildung ist wohl das reichliche Vorhandensein solcher Osteoid- und Knochenbälkchen, welche manchmal außen begrenzt von einer Osteoplastenreihe, nach innen hin unmittelbar in Knorpel übergehen, wie wenn an einen Grundstock ziemlich großzelligen, manchmal in seiner Grundsubstanz stärker verkalkten Knorpels sich die osteoide Grundsubstanz nicht nur angelehnt hätte, sondern wie wenn ein Verwandlungsprozeß des einen in das andere Gewebe an den Zonen des Überganges deutlichen Knorpels in deutlichen Knochen zum Ausdruck gekommen wäre.

d) S. S. 285/1918. ♂ 29a. Komplizierter Oberarmbruch rechts durch Schußwirkung vor 7 Wochen. Weichteilwunde über der Ellenbeuge fast verheilt. Oberarmknochen am unteren Ende aufgetrieben. Unteres Humerusende weicht vom Schaft ab, ist aber in sehr unregelmäßiger Weise mit ihm durch einen Callus verklebt. Zahlreiche Splitterchen des Knochens sind in die nächstumgebende Muskulatur eingewachsen. — Die histologische Untersuchung ergab auch hier vielfach ein unterschiedloses Übergehen des entzündlich veränderten, aufgelockerten, zellreichen, bindegewebigen Hüllgewebes in Form breiter Züge in ein retikuläres, gefäßreiches Markgewebe, in dem zahlreiche mehr oder minder von Osteoplasten umsäumte neue, meist gut verkalkte Knochenbälkchen zu erkennen sind. Sie sind manchmal in ästiger Verbindung mit älteren, durch Lamellen ausgezeichneten Knochenscherbchen. Irgendeine endostale oder periostale Grenze zwischen

diesen und jenen Knochenbildungen ist unmöglich aufzufinden. Knorpel war in den vorliegenden Schnitten nicht wahrzunehmen.

Es ist kein Zweifel, daß mit dieser knappen Schilderung an wenigen Schnitten weniger Fälle die Bilder nicht erschöpft sind, welche im Callusbereich zu verschiedenen Zeiten angetroffen werden können. (Vgl. M. B. Schmidt, Marchand u. a.!) Aber das Wesentliche läßt sich ersehen, nämlich die merkwürdige Rolle des weichen Hüll- und Muttergewebes aus dem der Knochen hervorgeht. Nicht so einfach ist der Prozeß zu erkennen, daß etwa kurzweg das Periost, jene derbfaserige geflechtartige Haut, die Stelle der Verletzung neu umhüllt und nun durch Wirkung ihrer zelligen Innenschicht zur Knochenregeneration schreitet. Zum mindesten dafür scheinen die Bilder zu sprechen, daß an Stelle der Verletzung ein stark entdifferenziertes, zellreiches Gewebe vom Charakter eines jugendlichen, vielfach areolären Bindegewebes auftritt, daß gewiß aus dem Periost stammen kann, das aber auch vom übrigen Stütz- und Füllgewebe herzuleiten sein mag, welches den Raum der Verletzung irgendwie im Randbezirke berührte. Es muß eine Verflechtung dieses Gewebes mit dem anderen, zweifellos periostal entstandenen so regelrecht und gleichartig erfolgen, daß morphologisch eine Grenze hinsichtlich der Herkunft in der Regel nicht zu erkennen ist. Es mag aber Ausnahmen geben.

Dazu möchte ich den oben geschilderten Fall des Rippenbruches rechnen, wo sich außerhalb des im histologischen Präparate festgestellten, wohl anliegenden und schön erhaltenen Periostes — also abgewandt der Cambiumschicht die schönste Knochenbildung gefunden hat, deren Wiege eben doch wohl in dem zellreichen, gewucherten und stark gefäßhaltigen Bindegewebe im nächsten Umkreis der Bruchstelle zu suchen sein dürfte; bei Betrachtung dieses Befundes ist wohl die Erfahrung auch von Bedeutung, daß das intercostale Fasciengewebe gar nicht so selten an umschriebenen Stellen spontan verknöchert zu finden ist. Es ziehen dann Knochenpangen-, Brücken-, Strahlen von einer Rippe zur anderen. Die Bedingungen solcher Bildungen sind mir in einzelnen einschlägigen, von mir beobachteten Fällen nicht restlos klar geworden, ebenso wie auch heute noch jede Art von Weichteilverknöcherung genug Rätselhaftes darbietet.

Das gewucherte, jugendlich begabte, bzw. noch undifferenzierte, plastische und gefäßreiche Gewebe im Umkreis einer Frakturstelle nimmt unter dem Zwang von Voraussetzungen, die wir nicht genügend kennen, welche aber zweifellos eine Differenzierung zu osteoplastischer Fähigkeit umschließt, die Knochenbildung auf. Diese Knochenbildung kann wohl im wesentlichen so aufgefaßt werden, wie dies Hueck in seiner Abhandlung über das Mesenchym unter Hinweis auf v. Korff und Adele Hartmann getan, deren Befunde mir schon 1913 in stimmigem Vergleich zu stehen schienen mit Gewebsbildern, welche man bei Untersuchung von Muskelverknöcherungen findet. (Vgl. auch Wolter.)

Aber nicht nur nach Art der fibro-anaplastischen Verknöcherung geht diese Ossification vor sich, sondern in ganz verschiedener Weise

und Kombination. Osteoplastische Ossification, Verknöcherung über den Weg der Knorpelvorstufen, die abgebaut und knöchern umgebaut werden sieht man; man sieht aber auch oft unmittelbar ineinander verflochten oder aneinander gereiht, ohne scharfe Grenze ineinander übergehend: Bindegewebe, Knorpel, Knochen, und ist leicht geneigt, an metaplastische Knorpel- bzw. Knochenbildung zu denken. Ich selbst habe solche Wahrnehmungen in heterotopen Verknöcherungen als Beispiele fibrometaplastischer und chondrometaplastischer Knochenbildung angesprochen, vermag jedoch den Einwand nicht restlos abzuweisen, es könnte sich da und dort um teilweise Erstarrungen zufällig eng nachbarlich liegender, aber ganz unabhängig voneinander anaplastisch gebildeter Gewebe handeln. Daß aber im Callusgebiet metaplastische Knochenbildungen vorkommen, zum wenigsten in Form geflechtartigen Knochens, bei der eine Neubildung von Zellen und Bindesubstanz nicht nennenswert ist, sondern — um M. B. Schmidts Worte zu gebrauchen — „das vorhandene Gewebe umgeprägt wird, die Faserbündel des Bindegewebes sich zu einer glänzenden, homogenen Intercellularsubstanz mit zackigen Höhlen verdichten und die vorhandenen Zellen die Gestalt zackiger Knochenkörperchen annehmen,“ ist eine geläufige Erfahrung. Daß man nicht stets, vor allem nicht an allen Stellen des Callus Knorpel findet, hängt erstens mit den mechanischen Verhältnissen zusammen, unter denen der Callus gebildet wurde, zweitens mit der Zeit seines Bestehens. Man kann auch periostales Callusgewebe ohne Knorpelanteile finden.

Es ist also die Behauptung wohl zu rechtfertigen, daß ein bestimmter Typus für die reparative periostale Verknöcherung nicht existiert, daß vielmehr allerlei Bilder anaplastischer Knochenbildung und metaplastischer Ossification nebeneinander im Callusgebiet vorkommen können. Da man außerdem aus dem Vorkommen heterotoper Knochenbildungen weiß, daß derartige Ossificationsbilder auch an Orten vorkommen, wo eine Wirkung ortsälteren (-primären) Periostes ausgeschlossen sein mußte — ich erinnere trotz Sudecks Einwand an Röpkes Mitteilung und weise auf eine eigene nachher folgende, hier wohl einschlägige Beobachtung hin —, ergibt sich, daß man solche Verknöcherungstypen, wie sie Pochhammer beschrieben, nicht ausschließlich dem skelettogenen Muttergewebe des Periostes zuschreiben darf. Alle Schlüsse jedoch die sich auf einer solchen vermeintlich typischen, nur dem Periost eigenen Ossificationsform aufbauen und dazu führen wollen, das Periost stets als Matrix skelettferner, nicht am dystrophen Gewebsort entstandener Knochen anzusehen, sind nicht zwingend.

Ebensowenig sind meiner Ansicht nach Pochhammers Untersuchungen geeignet, die Darlegungen Orths über eine luxurierende Callusbildung bei einem 84jährigen Mann nach 15 Tage vorher erfolgter, nicht komplizierter Schenkel-

halsfraktur umzudeuten. Orth hat an Hand dieses Falles das Bild metaplastischer Verknöcherung ohne Zellvermehrung beschrieben; und zwar handelt es sich um Ossification aus inter- und circummuskulärem Bindegewebe, welches sich selbst vermehrt hat und zwischen die einzelnen Muskelfasern oder Fettträubchen und Fettzellen eingedrungen ist, so daß man zwischen den Knochenbälkchen, nämlich an der Grenze von Callus und Muskulatur einzelne Streifen oder kleinste Gruppen von Muskelfasern oder auch Fettzellen liegen sah. Orth hat bei der Deutung seiner Beobachtung sehr wohl an die Möglichkeit der Periostverlagerung durch die Frakturwirkung gedacht, welche Pochhammer und Sudeck mit gutem Recht hoch anschlagen. Orth schreibt hierüber: „Der Umstand allein, daß andere Gewebe, etwa Muskulatur, von dem Callus umschlossen werden, kann an sich nicht ausschließen, daß der Callus von periostalem Ursprung ist; denn warum sollten nicht Periostfetzen bei den traumatischen Verschiebungen der Teile um kleine Muskelabschnitte herum verlagert werden können?“ Sehr wesentlich erscheint mir indes Orths weitere Begründung, die man für viele Fälle der sog. „Myositis ossificans traumatica“ ebenfalls anwenden muß: „Aber ein andres ist es doch, wenn, selbst weit von den Knochen entfernt, die Callusbälkchen gleichsam in die Muskulatur infiltrirt erscheinen, wenn einzelne Muskelfasern und kleinste Faserbündelchen durch Bindegewebe und Callusmassen auseinander gedrängt erscheinen. Da kann . . . eine befriedigende Erklärung des Befundes nur in der Annahme gefunden werden, daß hier Callus unabhängig vom Periost aus dem örtlichen Gewebe entstanden ist, daß nicht nur der Lage, sondern auch der Genese nach pariostaler, speziell intermuskulärer Callus vorliegt . . .“

Was vom Frakturcallus gelten darf, gilt auch für den parostalen Callus, für die Muskelverknöcherung, deren gebräuchliche lateinische Benennung ich ebenso wie Pochhammer und Sudeck nicht als glücklich bezeichnen kann, worüber in früheren Darlegungen schon ausführlicher gehandelt wurde und nachher noch einiges zu sagen sein wird. Nun schreibt, wie gesagt Sudeck wörtlich, daß der Bindegewebstheorie der Myositis ossificans traumatica die pathologisch-anatomische Beglaubigung fehle. Ist man bestrebt, diese Beglaubigung zu bringen, so darf man nicht nur, sondern man muß — im Gegensatz zu Sudecks Meinung — auf jene Verknöcherungen zurückgreifen, die fern vom Skelett nach einem Trauma entstanden, wenn sie nur nicht unter den Begriff der dystrophisch-produktiven Knochenbildung Poscharisskys fallen, wie z. B. die meisten Gefäßwandknochen —, sondern im histologischen Bild jene Eigentümlichkeiten zeigen, welche Pochhammer als Charakteristica pariostaler Verknöcherung verlangte. Es werden darum von mir unter nachfolgender Berücksichtigung bestimmter Einwände aus der nicht mehr geringen Zahl von menschlichen Bauchnarben-Verknöcherungen (Rokitansky, Askanazy, Rixford, Rubesch, Röpke, Lecène, Painter und Clarke, Clairmont, Sabayakina, Benelli, Capelle Hannes, Coenen-Wollenberg, Strassberg G. B. Gruber, Borghi und Nierendorf) einige herausgezogen; ich hoffe, daß sie, wenn ich ihre Verhältnisse breiter wiedergebe, als ich dies früher getan, den Kriterien genügen, welche Sudeck an eine traumatische aperiostale Gewebsverknöcherung nach Art der Myositis ossificans traumatica

stellt, nämlich kurzfristige Entstehungszeit und histologische Charakteristica in der Art, wie sie die periostale Callusbildung bietet.

Hierfür kommen folgende Beobachtungen in Anwendung:

a) Capelle. ♂ 34a; wurde 17 Tage post operationem wegen Circulus relaparatomiert. Als Zugang wurde der erste epigastrische Medianschnitt gewählt, dessen Narbengewebe um diese Zeit noch keine Besonderheiten bot, namentlich keine Ablagerung, Inkrustationen usw. Heilung per primam intentionem. Erkrankung an Lungenabscess. Bauchwand beim Husten oft gezerrt. Vier Wochen nach Laparatomie Exitus. Autopsie ergab in der Laparatomienarbe einen länglichen, 4 cm langen, 1 cm breiten Knochen der von den vereinigten Rändern der Musculi recti ausging. Dieser Knochen wurde unter Leitung von Ribbert untersucht. Der von Krenklinger stammende Befund ließ spongiösen Knochen teils in unmittelbarer Fortsetzung vom Bindegewebe, teils eingehüllt von einer Knochenhaut erkennen. Vollausbildetes hyalines Knorpelgewebe zwischen Knochen und Bindegewebe ohne Abgrenzung fand sich, ebenso Knochenmarksinseln. Osteoplasten und Sharpey'sche Fasern wurden nicht festgestellt. — Ein zweiter Fall Capelles, der aber 3 Monate alt war, ergab genau das gleiche Bild. Kalkablagerungen fehlten in beiden Fällen.

b) Röpke. ♂ 40a. Wegen Ulc. ventriculi mit Längsschnitt im linken Musculus rectus abdom. laparatomiert. Nach 5 Wochen Relaparatomie wegen Ileus. In Nabelhöhe ließ die alte Narbe einen im Muskel gelegene, 21 mm lange knochenharte Gewebsstelle erkennen, welche histologisch innerhalb hyperplastischen, lockeren, kern- und gefäßreichen Bindegewebes gelegen, Knochen- gewebe und atrophische Muskelfasern erkennen ließ. Es handelte sich um spongiösen Knochen mit osteoiden Säumen und in der Regel mit einem Besatz von Osteoplasten. Das Knochenmark war reich an dünnwandigen Gefäßen, teils war es lockerer, teils dichter, aus zahlreichen Spindelzellen gebaut. An manchen Stellen sah man die Knochenbälkchen deutlich aus dem Bindegewebe hervorgehen. „Letzteres wird dichter,“ sagt Röpke, „nimmt eine leuchtend rote Farbe an und zeigt einen unmittelbaren Zusammenhang mit sich verbreiternden, mit Osteoplasten besetzten Osteoidbälkchen, die weiterhin in spongiöse Knochenbälkchen überführen. An anderen Stellen wieder erkennt man die Entstehung des Knochen- gewebes mit Durchgang durch das chondroide und osteoide Stadium; ab und zu kann man im Zentrum der Knochenbälkchen den Charakter der Knorpelzellen noch gewahr werden.“ Zwischen den Knochenbälkchen fanden sich atrophische Muskelfasern in scholligem Zerfall. Reste eines Blutergusses waren vorhanden, nicht aber Niederschläge von Kalk im Weichgewebe. Die Knochenbildung stand in innigem Zusammenhang mit der Muskulatur, insofern sie entsprechend der Muskelfaserrichtung sich ausbreitete, wenn sie sich auch im Bett des Bindegewebes entwickelt hatte.

c) Sajakina (zitiert nach Wollenberg). ♂ 2 1/2 Monate nach Laparotomie wurde in der Operationsnarbe eine Bildung von 5 cm Länge, 1 cm Breite nachgewiesen, die im oberen Bereich knorpelig, im unteren knöchern war. Mikroskopisch fanden sich Ossificationsbilder nach Art der fibroanaplastischen, ebenso wie der enchondralen Verknöcherung. Aber auch solche Bilder wurden festgestellt, welche die Deutung einer fibro- bzw. chondrometaplastischen Ossification nahelegten. Dystrophische Verkalkungsherde sind nicht erwähnt.

d) Strassberg. ♂ 43a. Wegen Magenkrebses Gastroenterostomie. Nach 2 1/2 Monaten Obduktion. Durch Ascites war die Bauchnarbe gedehnt. Zwischen Haut und Peritoneum lag in der Mittelschicht der Narbe ein Knochenstab, welcher mikroskopisch ein prachtvolles Verknöcherungsgeschehen teils nach dem chondro-

anaplastischen, teils nach dem fibro- und chondrometaplastischen Sinne erkennen ließ. Sharpeysche Fasern, Lamellenbildungen, fibröses Mark, Osteoplastensäume, Ostoklasten in lacunären Arrosionsstellen, also Erscheinungen des Knochenaufbaues, des Knochenabbaues und des Knochenumbaus wurden in allen Einzelheiten erkannt, genau so wie man sie bei zweifellos periostaler Knochenbildung am Frakturcallus finden kann. Dystrophische Verkalkungsherde wurden nicht gefunden. Die Genese aus dem Narbengewebe sei die einzige ungezwungene Erklärung für diese eigenartige Gewebserscheinung, die wie das Narbengewebe selbst vollständig neugebildet sei und nicht auf Keimversprengung bezogen werden könnte, hat Strassberg ausgeführt.

e) Coenen-Wollenberg. ♂ 40a. Laparotomie wegen Ulcus ventriculi. Im Verlaufe der Heilung Pneumonie. 10 Monate nach der ersten Operation Relaparotomie. An Stelle der alten Bauchnarbe im subcutanen Gewebe ein fingerlanger, unregelmäßiger, platter Knochen, der bis in die Linea alba und bis in die Muskulatur reichte. Histologisch handelte es sich um wohl ausgebildeten Knochen mit Lamellensystemen und Haversschen Kanälen, Sharpeyschen Fasern, Howshipschen Lacunen, Osteoplastensäumen und Ostoklasten mit Knorpelvorstadien und osteoiden Säumen. Neben Stellen, die auf typische anaplastische Ossificationen aus der periostal gelegenen, bindegewebigen Matrix und aus dem Endost schließen ließen, neben Stellen, welche Umbauerscheinungen zeigten, fanden sich andere, welche chondrometaplastische Knochenbildungen nahelegten. Von Gewebsnekrosen oder dystrophischen Verkalkungen ist nichts festgestellt worden.

f) Benelli. ♂ 59a. Im Februar 1902 wegen Magenkrebs laparatomiert. Im Juni 1902 kleine Nahteiterung. Im August 1902, also 6 Monate nach der Laparatomie derbes Verhalten der Narbe, in der sich nun ein kleiner harter Tumor bildete, welcher im Februar 1903 herausgeschnitten wurde. Das Exstirpat, ein Klumpen von Fett und Bindegewebe, 3,5 zu 3 zu 1,5 cm groß, wurde mikroskopisch untersucht. Dabei fand man entzündlich verändertes, gefäßreiches Bindegewebe, welches zwei Knocheninseln enthielt. Unmittelbar vor dem Knochen ging das Bindegewebe in eine zellreiche Zone mit Osteoplasten über, auf welche ein osteoides Band und dann der eigentliche Knochen folgte. An anderen Stellen war der Knochen scharf gegen das umgebende Bindegewebe abgesetzt und schien direkt in dasselbe überzugehen. Der Knochen war mehr nach dem spongiösen Typus gebaut und zeigte weite, mit Knochenmark erfüllte Lacunen. Auch eine Lamellenbildung, wenn auch nicht in konzentrischer Anordnung, war vorhanden. Kalkablagerungen im Weichgewebe wurden nicht festgestellt.

g) Nierendorf. ♂ 56a. Laparatomie in der Mittellinie und Magenresektion wegen Krebses. Heilung per primam intentionem. Gut 2 Jahre später bemerkte Pat. in der Narbe, nahe dem Nabel, einen harten Knoten, der nach 2 Jahren 9 Monaten als Impfmetastase angesprochen und excidiert wurde, wobei man in der Narbe einen Knochenstab fand; die histologische Untersuchung des alten Narbengewebes ergab in dem entzündlich infiltrierten kernreichen Bindegewebe, das ohne bestimmte Grenze in Knorpel überging, durch Osteoplasten abgegrenzten echten Knochen mit Markräumen und Lamellen. An anderen Stellen schied sich der Knochen ohne Spuren von Umsetzungsvorgängen erkennen zu lassen, deutlich vom Bindegewebe, wobei seine Randzone eine gleichmäßige einreihige Zellschicht besäumte. Rückbildungsvorgänge, Spuren dystrophischer Verkalkung usw. wurden nicht festgestellt.

Diese sieben Fälle haben die Vorbedingungen des Traumas gemeinsam. Auch ist eine relativ kurze Entstehungszeit wenigstens für die

Beobachtungen von Capelle, Röpke und Strassberg gegeben; dabei muß man bedenken, daß diese Zeit nicht einmal das Minimum darstellen wird. Denn sie ist begrenzt von dem zufälligen Zeitpunkt einer Relaparatomie aus anderen Gründen, als solchen, die im Narbenknochen gelegen wären. Wenn also die Entstehungszeit für den Narbenknochen lang erscheint in solchen Fällen, so liegt das daran, daß die Möglichkeit früherer klinischer Beobachtung nicht bestand, was nicht besagt, daß solche Knochenbildungen nicht doch schon kurzfristig nach der Setzung der Wunde ihren Anfang nehmen. Die Zeichen sehr reifen Knochens, mit Umbauerscheinungen, mit Lamellensystemen und Haversschen Kanälen z. B. in den Fällen Coenen-Wollenbergs, Benellis und Nierendorfs weisen auf den langen Bestand dieser Bildungen hin, die auch im Röntgenbild bei ihrer ungünstigen Lage und ihrer relativen Kleinheit nicht bemerkt zu werden brauchten. Zu jener Kategorie von Weichteilknochen, welche Poscharissky geschildert hat und die sich durch sehr langsame Entstehung auszeichnet, gehören sie nicht; sie lassen ja auch durchweg die Entstehung am dystrophisch entstandenen Kalkdepot im Weichgewebe vermissen. Nein, es handelt sich hier um andersartige Knochenbildungen. Meiner Meinung nach müssen wir sie als Bildungen betrachten, die fern von Periost entstanden sind und Ossificationsphasen zeigen in der Regelmäßigkeit oder Unregelmäßigkeit, wie sie im Bereich zweifellos periostaler Verknöcherung (Frakturcallus) ebenfalls festgestellt werden. Doch eines ist noch zu bedenken:

Man muß hier einem möglichen Einwand Rechnung tragen, den auch Sudeck aussprach. Die Narbenknochen nach Laparatomie finden sich meist — nicht immer — in der Medianlinie, über dem Nabel. Es liegt nahe, daran zu denken, daß bei der Schnittführung das Perichondrium des Processus xiphoideus sterni verletzt wurde, und daß es sich also am Ort der Verletzung doch wieder um die Verknöcherung aus primär differenziertem skelettogenem Gewebe handelt. Sudeck verlangt den Nachweis, daß in den Fällen von Capelle, Röpke, Sabayakina, Coenen-Wollenberg und Nierendorf die Lokalisation der Verknöcherung so festgestellt sei, daß „die bei den Operationen oft vorkommende Verletzung des Rippenknorpels oder des Proc. xiphoideus und der Symphyse nicht eingetreten ist“. Nun, das läßt sich natürlich an Hand von Literaturstudien niemals exakt erfüllen. Jedenfalls scheint mir zum mindesten der Fall Röpkes der Forderung Sudecks zu genügen. Wichtig ist in dieser Hinsicht, daß keiner der Autoren einen Zusammenhang mit dem Processus xiphoideus o. dem Rippenrand erwähnt. Auch glaube ich, daß die absolut scharfe Durchtrennung des Knorpels und seiner Haut mit dem Operationsmesser doch nicht einer Perichondralverlagerung bis über mehrere Zentimeter hinaus günstig sei. Von einer

Retraktion nabelwärts kann wohl nicht die Rede sein, selbst wenn man Zerrungswirkungen, etwa beim Einlegen eines Speculums bedenkt. Endlich lehrt die vergleichende Pathologie, daß bei Tieren, der zum Zweck der Kastration angelegte Bauchschnitt in Unabhängigkeit vom Skelett verknöchern kann. Ist tatsächlich bei der Operation die Knorpelhaut verletzt worden, so ist mit großer Wahrscheinlichkeit eine kontinuierliche Knorpel-Knochenbildung in der Narbe zu erwarten.

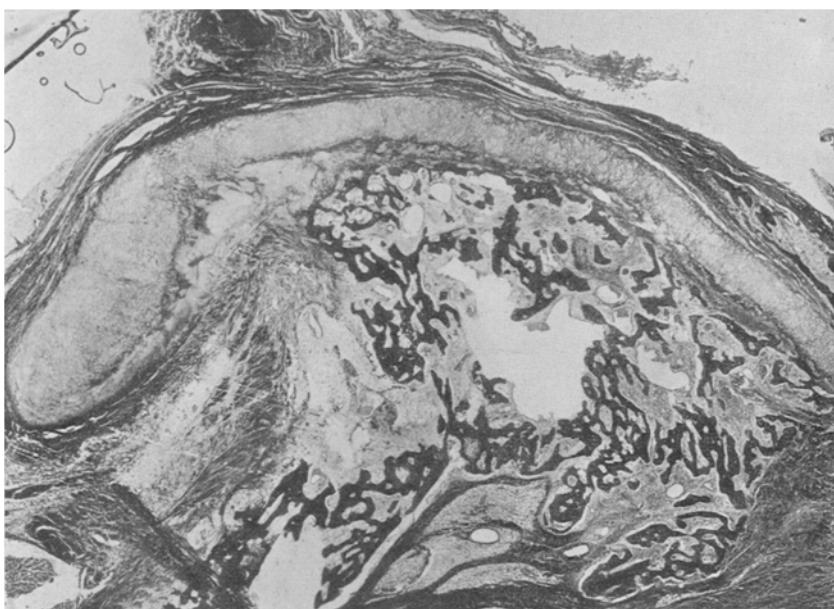


Abb. 1. Knochenbildung aus dem Perichondrium des Schwertfortsatzes innerhalb einer Bauchwandnarbe.

Ich selbst verfüge über histologische Präparate einer Narbenverknöcherung nach hoher Laparotomie, bei der dieser Umstand der Verletzung des Proc. xiphoideus zweifellos vorlag. (Abb. 1.) Hier schloß sich die Knochenbildung relativ und sehr innig und breit an den als Knorpel des Schwertfortsatzes, seiner makroskopischen Form wegen, leicht erkennbaren skelettogenen Mutterboden an, ragte aber durchaus nicht nennenswert in die weitere Narbe hinein. Es handelte sich um einen 21 Jahre alten Soldaten, der am 15. 7. 18 einen Granatsplittersteckschuß der Oberbauchgegend erlitten hatte und noch am gleichen Tage laparotomiert worden ist. Am 4. 9. 18 starb der Mann an einem Empyem der lk. Pleura bei bestehender Zwerchfell-Lungenfistel, verursacht durch den seinerzeitigen Granatschuß (vgl. G r u b e r, Zweihöhlenschüsse). — Man darf das Vorkommen von derartigen auswachsenden Narbenverknöcherungen nach Verletzungen des Perichondriums auch nicht zu hoch anschlagen. Dies lehrten mich weiterhin Beobachtungen bei der Leichenöffnung von Frauen, die vor

vielen Monaten, ja vor mehr als Jahresfrist symphysiotomiert worden waren; hier war nicht die geringste ossale Callusbildung erfolgt, und die chondrale hatte eben nur zur Wiedervereinigung der Schambeine geführt.

Besonders muß natürlich die Beobachtung von Röpke interessieren, da sie sich auf eine Narbenverknöcherung im Musculus rectus abdominis in Nabelhöhe bezieht. Hier ist meines Erachtens der Einwand der Ableitung vom Schwertfortsatz hinfällig. Hier liegt ein Bild vor, das dem der traumatischen Muskelverknöcherung voll entspricht, wenn schon die übrigen Bauchnarbenknochen als desmogene Ossificationen, wie Wollenberg ausgeführt hat, formalgenetisch wohl genau das-selbe sind, d. h. Produkte einer ortsungewöhnlichen Verknöcherung aus dem Bindegewebe, das hier im Bereiche einer Fascie dort des intermuskulären Gewebes zu suchen ist.

An dieser Stelle möchte ich eine weitere eigene Beobachtung einschalten, für die leider nicht genügende klinische Unterlagen zur Verfügung stehen. Erscheint sie deshalb nur von halbem Wert, so spricht doch der anatomische Befund auch hier für das Vorkommen aperiostaler Ossifikation fern dem Skelett nach traumatischer Einwirkung unter Ausprägung einer Verknöcherungsweise, wie man sie im allgemeinen von der Periostwirkung her gewöhnt ist. Der Fall ist um so bemerkenswerter, als es sich um eine Narbenverknöcherung als Folge vermutlich scharfer perforierender Bauchwandverletzung im Kriege durch kleinen oder kleinsten Granatsplitter handelt; er gewinnt weiterhin dadurch an Interesse, als der Träger dieser Narbe zugleich eine mit dem Femur in Verbindung stehende, parostale Verknöcherung in der Oberschenkel-muskulatur hat erkennen lassen. Ich habe die Vermutung ausgesprochen, daß sich Narben- und Muskelverknöcherungen der Bauchdecken im Verlaufe des Krieges und nach demselben öfter zeigen würden. Dies ist jedoch nicht der Fall gewesen. (Außer entsprechenden Bekundungen von Rößle, Hart und Hattingen ist mir darüber nichts bekannt geworden). Um so mehr bedaure ich die Unvollständigkeit meiner nun zu schildernden Beobachtung, von der ich mir seinerzeit in der Hetze und unter der Last der Kriegstätigkeit nur spärliches Material für evtl. Bearbeitung aufbewahrt habe.

P. W. ♂ 38a. Fabrikarbeiter. Wurde am 5. VIII. 1917 bei einem Bahnunfall mit dem linken Oberschenkel gegen eine Wandkante geschleudert. Quetschwunde am Oberschenkel; konnte nicht mehr laufen. Heilung der Wunde ging nur langsam vor sich; mehrfache Auskratzungen und Spaltungen subcutaner Fistelgänge waren nötig. Am 24. IX. 1917 war die Wunde verheilt. Es blieb eine strahlige, nicht vollkommen verschiebbliche, feste und schmerzlose Narbe. — Am 15. VI. 1918 kam Pat. mit Granatsplitterwunden ins Lazarett. Es wurden Verletzungen des linken Oberarms und der linken Schläfe besonders hervorgehoben. Andere scheinen als unbedeutende oberflächliche Hautverletzungen in den verschiedenen Lazarettabteilungen von der Front bis zur Heimat nur nebensächlich behandelt oder nicht bemerkt worden zu sein. Am 27. VI. 1918 wurde festge-

stellt, daß Pat. öfters an Atemnot litt, ohne daß dafür ein Grund zu erkennen war. Am 6. VIII. 1918 wurde der Zustand des Pat. bedrohlich, er starb in einem Anfall von Atemnot plötzlich.

Die Leichenöffnung ergab als Ursache des Todes eine läppchenförmige Lungenentzündung. — Von Interesse erscheint nun, daß außer den klinisch gesehenen äußerlichen Granatverletzungen des Gesichtes und des Armes sich über dem rechten Augenbrauenbogen, an der Nasenwurzel, im Bereich der Brust und des Bauches Narben der Haut fanden, die auf Splitterwirkung zu beziehen waren. Unter der kaum vernarbenen Wundstelle der linken Schläfe fand sich ein Kupfersplitter eines Führungsringes. Hinter der Augenbrauennarbe war ein narbiger Defekt des Stirnbeins mit unregelmäßig zusammengeheilten Knochensplittern in der Tiefe. Mit diesen war die Dura mater stark verwachsen, die wiederum sich nicht von den weichen Hirnhäuten und dem Gehirn trennen ließ. Im Stirnpol der rechten Großhirnhälfte war eine taubeneigroße Erweichungscyste, unmittelbar hinter der Verwachungsstelle beginnend, hart an das Vorderhorn des Seitenventrikels heranreichend. Metallsplatter konnten hier keine gefunden werden. — Aus dem Sektionsergebnis sei ferner mitgeteilt: Über dem rechten Oberschenkel ist eine strichförmige, etwa 3 cm lange, vertiefte, verschiebliche grauweiße Hautnarbe zu sehen. Der Oberschenkel erscheint bei oberflächlicher Beobachtung nach vorne konvex gebogen. Nach Durchschneidung der Streckmuskulatur bemerkt man eine auffällige hakenförmige, mehr als fingerdicke Knochenbildung, die mit ihrem freien Ende vom Femurschaft abstehet und gegen das Kniegelenk hinzieht. Hier ragt sie frei in die Streckmuskulatur hinein, mit der ihre Knochenhaut sehr stark verwachsen ist. Nach oben hin sitzt diese Knochenbildung indes in stärkster knöcherner Verbindung dem Schaft des Oberschenkelknochens in einer Breite von 2—4 cm in einer Länge von 10 cm auf. Die Muskulatur ist ohne nennenswerte Besonderheiten. — In der unteren linken Brustgegend finden sich 4 etwa $\frac{1}{2}$ qcm große Hautnarben; eine derselben ist etwas aufgeworfen. Sie enthält einen hirsekorngrößen, scharfen Metallsplatter. Unter den übrigen Narben ist nichts Ungewöhnliches zu finden. Links im Mesogastrium etwa 3 cm vom Nabel entfernt, fünf Fingerbreit unter dem Rippenbogen eine 1 cm lange, strichförmige, feine Hautnarbe, die blaß und verschieblich ist. Unter dieser Narbe sieht man im Muscul. rect. abdomin. eine etwa 4 qcm große blaßgraue bis bräunliche Stelle, welche eine harte, anscheinend knöcherne Einlage umschließt. Diese ist im ganzen mandelförmig und spongiös. Blutungsanzeichen fehlen. Ein Fremdkörper war nicht zu finden. Das Bauchfell war an der korrespondierenden Stelle glatt und keineswegs mit einem Bauchorgan verwachsen. Die fragliche Stelle lag zwischen oberer und mittlerer sehnigen Einflechtung des geraden Bauchmuskels, sie hatte keine Verbindung mit dem Rippenkorb.

Die Gewebsuntersuchung ergab folgenden Befund: Ein aus spongiösen Bälkchen bestehendes Verknöcherungsprodukt grenzt nach außen an ein bindgewebiges Lager, nach innen hart an die quergestreifte Muskulatur. Ja, hier sind die Knochenleistchen derart mit den Muskelfasern verflochten, bzw. in die Muskelbündel hineingewachsen, daß in weitgehendem Maße auf dem Schnitte zwischen den Knochenbälkchen einzelne Muskelfasern angetroffen werden (Abb. 2, 3 u. 4). Es sieht aus wie ein knöchernes Filigranwerk, dessen Lichtungen von Muskeln durchsponnen sind. Die Lichtungen zwischen den Knochenleisten sind im übrigen eingenommen von einem äußerst gefäßreichen und gut bluthaltigen, zellreichen retikulären Gewebe. Vielfach ist — vielleicht durch Quetschung bei der Herausnahme — frisches Blut in die Umgebung der Knochenbälkchen ergossen. Die Räume dieses zellreichen Knochenmarkes gehen an verschiedenen Stellen unmittelbar über in das Bindegewebe, das als Lager der ganzen Knochenbildung dient.

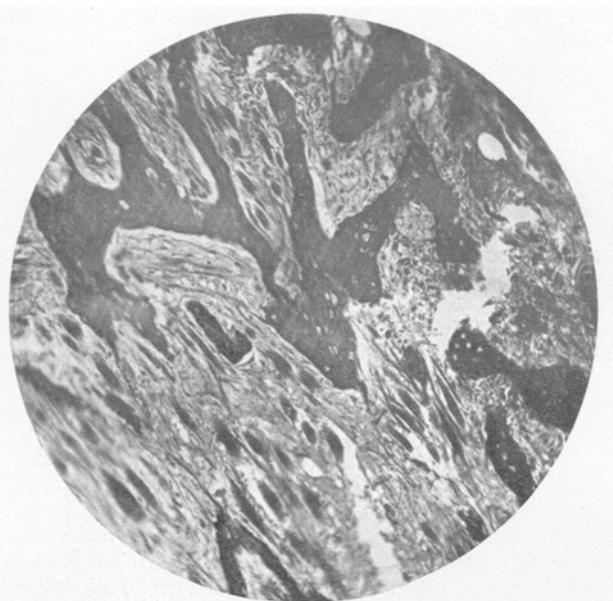


Abb. 2. Muskelfasern innerhalb des spongiös verknöcherten Gebietes.

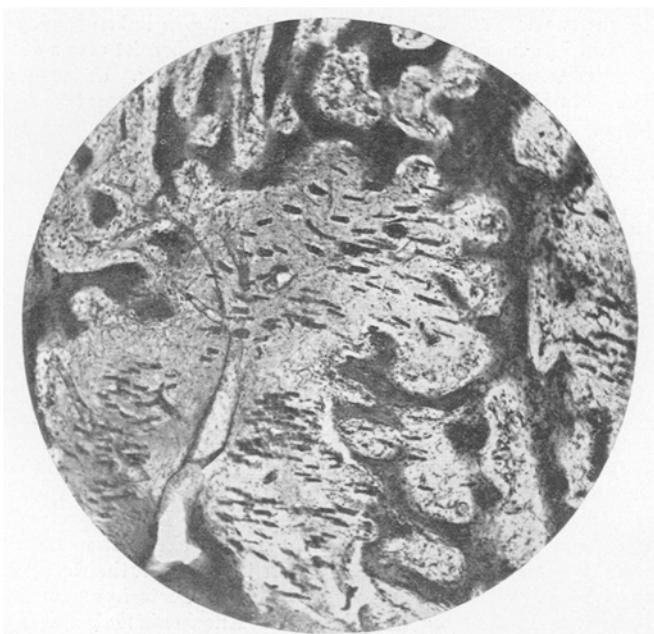


Abb. 3. Muskelfasern ziehen zwischen den Leistchen des spongiösen Verknöcherungsproduktes hindurch.

Dieses Bindegewebe ist teilweise ganz nach Art eines Periostes differenziert, an anderer Stelle ist es lockerer und zellreicher, geht dann unvermerkt ohne scharfe Grenze hier in das zellenreiche Markgewebe, dort in das Perimysium externum über. Wo es wie ein typisches Periost der schwammigen Knochenbildung anliegt, bemerkt man zahlreiche Ostoklasten am Werke, die Knochenbälkchen in Howshipschen Lacunen abzubauen. An wenigen Stellen bemerkt man schmale, wohl ruhende Osteoplasten als Zellsaum gegen die Knochenbälkchen hingeschmiegt. Dagegen ist ein endostaler Osteoplastensaum an zahlreichen Stellen unverkennbar. Die Knochenbälkchen stehen vielfach in unmittelbarer Verbindung mit Knorpelzonen (Abb. 5), sei es, daß ein grenzenloser Übergang von Knorpel in Knochen

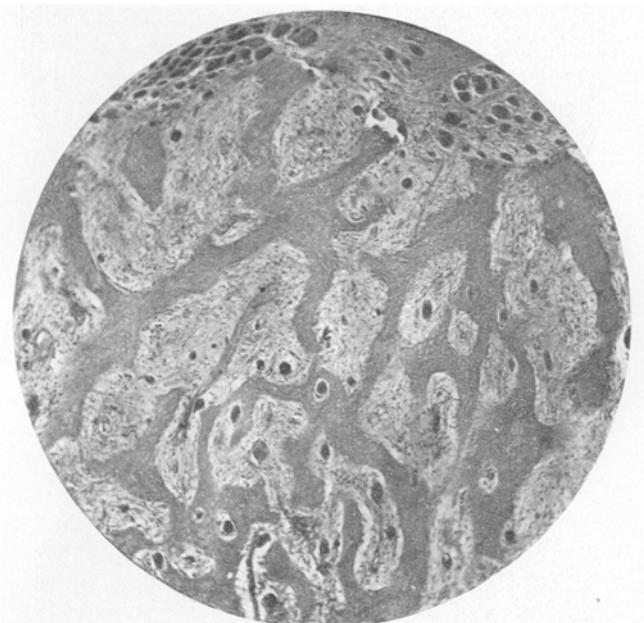


Abb. 4. Quer getroffene Muskelfasern innerhalb der Markräume des neugebildeten spongiösen Knochens.

vorhanden ist, sei es, daß, was aber nur in geringem Grad ausgeprägt ist, der Knorpel abgebaut wird und durch Osteoplastenwirkung Knochen am Nachbarort zur Ausbildung kommt. Die spongiösen Knochenbälkchen sind reich an Sharpey'schen Fasern. Lamellenbildungen fehlen. An einigen Stellen scheint der Knochen direkt aus dem Bindegewebsgeflecht hervorgegangen zu sein (Abb. 6), in der Art, daß sich ohne besondere Vermehrung der Zellen die Fasern verdichten, ein gleichmäßiges homogenes Aussehen annahmen und unter dichtem Zusammenschluß die ursprünglich zwischen ihnen liegenden Zellen völlig umgeben, welche in ihrer etwas plumpen und zackigen Gestalt jungen Knochenkörperchen gleichen. Die so aus den Bindegewebsfasern hervorgegangene Knochengrundsubstanz zeigt die charakteristische Färbung des Osteoids, welche auch sonst den spongiösen Bildungen dieses Muskelknochens an den Rändern in ganz schmalen Linien eigen ist, während im übrigen die zentralen Partien das Farbverhalten und Aussehen



Abb. 5. Knorpelvorstufe im Bereiche der Narbenverknöcherung.

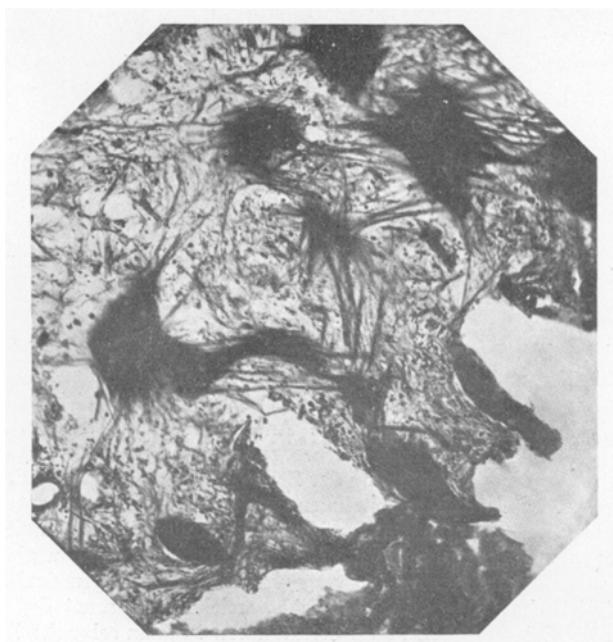


Abb. 6. Knorpelentwicklung aus dem Bindegewebe.

verkalkten Knochens darbieten. — Nicht organisierte Kalkablagerung im Weichgewebe wurde nirgends wahrgenommen.

Es entspricht also diese Knochenbildung nach ihrem histologischen Bild einem Ossifikationsprodukt, das man beim Frakturcallus nach Pochhammer der periostalen Wirkung zuschreiben müßte. Und doch kann es sich hier im Bereiche des Muscul. Rectus abdom. nicht um primäres Periost gehandelt haben. Es liegt hier vielmehr eine aperiostale Callusbildung im Bereiche quergestreifter Muskulatur vor, ein Muskelknochen, den ich vor allem der Beobachtung Röpkes gleichsetzen möchte, eine Weichteilverknöcherung, die in die Reihe der Narbenknochenbildungen der Bauchdecke zu zählen ist, wie alle die oben angezogenen Fälle.

Leider läßt sich das Alter dieser Bildung nur vermuten. Sehr alt war sie nicht; denn sie entbehrt noch einer erkennbaren Lamellierung und der Haverschen Kanäle. Die Hautnarbe über dem Verknöcherungsgebilde ist wohl, was allerdings nur erschlossen, nicht bewiesen werden kann, den anderen kleinen Narben in der Brustregion und den Narben im Gesicht gleichzuachten, von denen eine des Gesichtes und eine der Brust durch den Nachweis der Granatsplitter ätiologisch gesichert werden konnte. Wenn es zutrifft, daß die Bauchnarbe ebenfalls diesem Granatsplitterregen zu danken war, dem Pat. am 5. VI. 1918 ausgesetzt war, dann ist das Alter des Muskelknochens auf 52 Tage zu schätzen; denn Pat. starb am 7. VIII. 1918. Diesem Alter entspricht das histologische Gesamtbild des Narbenknochens.

Außerdem bot nun diese Beobachtung noch eine Besonderheit. Der gleiche Mann, der eine wohl noch junge Muskelverknöcherung in einer Bauchnarbe aufwies, zeigte am linken Oberschenkel jene typische peri- und parostale Knochenbildung, die als Muskelknochen nach akuten quetschenden Traumen oder chronischer stumpfer Beleidigung der Oberschenkelgegend nichts Seltenes ist. Man darf natürlich nicht schließen, weil der Bauchmuskelknochen aperiostal erfolgt sein muß, müsse auch diese Bildung am Oberschenkel ohne Periostwirkung entstanden sein. Aber man darf wohl allgemeiner schließen: Es können im Gefolge von Traumen aperiostale Verknöcherungen auftreten, welche aus einem dem Stütz- und Bewegungsapparat angehörigen bindegewebigen Stratum, sei es aus Fascie, sei es aus intermuskulärem Bindegewebe hervorgehen. Diese Verknöcherungen entstehen nicht im Sinne von Poscharissky an dystrophisch niedergeschlagenem Kalk. Ihre Bildungszeit ist kurz genug, um der Zeit der periostalen Verknöcherung verglichen werden zu können. Histologisch bieten solche Weichteilknochen das bunte Bild der Verknöcherungsmöglichkeiten, wie sie in Periostverlagerungsexperimenten oder beim Studium des Frakturcallus gesehen worden sind. Es ist an und für sich nicht möglich, bei Beurteilung einer skelettnahen Callusbildung im Weichgewebe histologisch eine scharfe Trennung zwischen periostal und aperiostal gebil-

detem Knochen zu machen. Es ist also auch nicht möglich, eine der beiden Entstehungsweisen zwingend bei der Callusbildung nach Fraktur abzulehnen. Gewiß wird der periostale Bildungsanteil dabei überwiegen; allein aus topographischen Umständen ist es naheliegend, für manche histologische Eigentümlichkeiten der Callusbildung die Mitbeteiligung des parostalen Bindegewebes heranzuziehen, das sich wie das Periost selbst erst zu einer zellreichen mesenchymähnlichen Matrix umwandelt, aus welcher dann der neue Knochen hervorgeht. Dies gilt namentlich auch für die sog. parostalen Callusbildungen, deren Entstehung wir nicht durchweg mit der Nachwirkung von Periostverlagerung erklären zu können glauben.

Die Röntgenbeobachtung kann uns für diese Beurteilung zweifellos sehr zu Hülfe kommen, aber sie kann uns nicht ein restlos stichhaltiges Kriterium für die Entscheidung an die Hand geben, ob eine Schattenbildung durch periostale oder aperiostale Bildung zustande kam; denn der Schatten kennzeichnet lediglich die Änderung im physikalisch-chemischen Zustand des Ossifikationsmaterials; ob er an ehemalige Bindegewebelemente oder an von vornherein periostal differenzierte Zellen und ihre Produkte gebunden ist, das sagt der Schatten nicht. Er kann unter topographischer Würdigung der Verhältnisse allerdings einen relativen Urteilswert erhalten, wenn man ihn überhaupt gewahr wird¹⁾.

In dieser Hinsicht erscheint die Feststellung billig, daß es sich bei den sog. Luxationsknochen wohl überwiegend um eine periostale Verknöcherung handelt, um die Bildung eines Luxations-Abrißcallus, wie dies Sudeck beschreibt. Den völligen Ausschluß der Möglichkeit, daß dabei auch eine produktive Reaktion seitens des nicht primär periostal differenzierten parostalen Bindegewebes abläuft, wage ich auch heute noch nicht allgemein auszusprechen. Anerkennen muß ich indes, daß eine therapeutische Verwertung der Möglichkeit aperiostaler Verknöcherung solange nicht besprochen werden kann, solange wir nicht die Bedingungen kennen, unter denen solche Knochenbildung hervorzurufen ist.

Schließlich scheint es noch nötig, dem speziell pathologischen Begriff der traumatischen Myositis ossificans einige Ausführungen zu widmen.

1) Hier darf ich auf meine 24. Beobachtung im Gebiete der Myositis ossificans traumatica zurückkommen, jene Verknöcherung der Wand eines in der Muskulatur des Schenkeldreiecks (nicht der Kniegegend, wie Sudeck meint), durch Schußverletzung entstandenen Aneurysma arteriovenosum. Sudeck sagt, eine Periostverletzung sei hier unkontrollierbar. Nun, jedenfalls zeigte das Röntgenbild nichts von einer Periostbeteiligung, der weitere Verlauf ebenfalls nicht. Entweder lehrt dieser Fall den geringen Wert der Röntgenfeststellung in der Frage der Histogenese ortsfremden Knochens oder aber dieser Fall ist eben doch einwandfrei gewesen.

Es ist kein Zweifel, daß sich das Problem vom Muskel als Matrix dieser Erscheinung mehr zum Bindegewebe gewendet hat. Das Wesen der Erscheinung des Muskelknochens liegt im allgemeinen nicht in einer Entzündung der Muskulatur umschlossen, wenn auch späte Teil- und Folgeerscheinung des histologischen Merkmals-Komplexes der Entzündung beim Werden eines Muskelknochens beteiligt zu sein pflegen. Es handelt sich nicht um eine durch pathologische Reizwirkung bedingte Regulation, die dem Muskel eigentümlich wäre. Der Prozeß ist ja nicht auf den Bindegewebsapparat der Muskulatur beschränkt, ist ihm allein nicht eigentümlich. Wollenberg hat dargetan, daß eine „desmogene“ Verknöcherung aus Fascien und Sehnen der „myogenen“ im Wesen gleich ist. Es ist also die Beziehung Myositis nicht zutreffend; sie ist nicht bestimmend, nicht ausreichend für das Wesen der Erscheinung. Ich habe früher vorgeschlagen, den Sitz der Erscheinung in dem ersten Teil der Benennung, das Dauernde, den Zustand im Wesen der Weichteilverknöcherung durch Verwendung der Endsilbe „pathia“ und die Eigenart des Zustandes in dem Beiwort „osteoplastica“ zu bezeichnen, also von „Myopathia osteoplastica“, „Fibropathia osteoplastica“ usw. zu reden. Der auf Grund der Königschen Benennung des frakturlosen Callus gemachte Vorschlag Sudecks, ohne Umschweife von Periostcallus, Bindegewebscallus zu sprechen, ist vielleicht noch besser, da mit der Erscheinung des Muskelknochens, Sehnenknochens usw. auch nicht die geringste nachteilige Erscheinung verbunden sein muß, welche die Erscheinung etwa zu einem Leiden stempeln würde, ebenso wenig wie jede Narbe als Pathos bezeichnet werden kann. Schließt man sich Sudeck in dieser Benennung an, was vorteilhaft sein dürfte, dann schwindet auch der Zwiespalt, in den ich geraten muß, wenn ich das Verknöcherungsprodukt im Muskel als Enderscheinung der Myositis ossificans, das Verknöcherungsprodukt im Bereich des gebrochenen, heilenden Skeletteiles als Callus (Narbenschwiele) bezeichne.

Über die Bedingungen, welche zu derlei Verknöcherungen führen, ist Neues heute nicht zu sagen. Die Frage nach den Bedingungen hört freilich auf, nach der Lösung zu drängen, wenn man mit Sudeck auf Grund von Pochhammers Ausführungen und auf Grund klinischer und röntgenologischer Betrachtungen für jeden Fall den Grund der parostalen Knochenbildung allein in Verlagerung von Periostanteilen sucht, die durch Retraktion einzelner Faserbündel breit ansetzender Muskeln nach Contusion oder Luxation tief ins Muskelbett zu liegen kamen, und von denen die ganze heterotope Ossifikation ihren Ausgang nahm. Dann erledigt sich auch die Frage der Disposition, wie Sudeck sagt, im anatomischen Sinne: Die breit ansetzenden Muskeln sind besonders gefährdet und geeignet für die knöcherne Muskelcallusbildung. Kann man sich, wie ich, auf Grund der obigen Auseinandersetzungen,

nicht restlos der Anschauung Sudecks anschließen, sieht man in den fraglichen Weichteilverknöcherungen, die dem Poscharisskyschen Typus nicht entsprechen, einen Hinweis auf die Entdifferenzierungs- und Umdifferenzierungsfähigkeit des Bindegewebes, namentlich des skelettnahen Bindegewebes, dann bleiben die Rätsel der Bedingungen für solche Verknöcherungen als Fragen an die Forschung bestehen.

Andererseits ist mit der Erledigung der Muskelknochenbildung nach Trauma durch die Periostlehre, wie sie Sudeck nachdrücklich vertritt, natürlich noch nicht das weite Problem der Muskelknochenbildung bei Nervenläsion oder unter dunklen, nicht traumatischen Verhältnissen geklärt. Vielleicht werden aber durch neue Beobachtungen von Dejerine-Klumpke, Ceillier und von Israel an schwer rückenmarksverletzten Paraplegikern mit rasch entstehender parostaler Knochenbildung im Bereich der Hüft- und Kniegelenkkapseln und ihrer Nachbarschaft neue Gesichtspunkte für die allgemeine Frage der Konstellation der Ursachen zur parostalen Weichteilverknöcherung überhaupt gewährt. —

Literaturverzeichnis.

- Benelli, Bruns Beitr. z. klin. Chirurg. **75**, 549. 1911. — Capelle, Bruns Beitr. z. klin. Chirurg. **73**, 776. 1911. — Ceillier, Para-Odéo-Arthropathies des Paraplégiques. Paris 1920. — Coenen (zitiert Wollenberg). — Dejérine u. Ceillier, Para-Odéo-Arthropathies des Paraplégiques par Lésion médullaire. Anal. de Médaille Nr. 6. S. 497. 1919. — Dibbelt, Beitr. z. pathol. Anat. u. allg. Pathol. **48**, 147. 1910; **50**, 411. 1911. — Gruber, Gg. B., Über Histologie und Pathogenese der circumscripten Muskelverknöcherung. Jena 1913. Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chirurg. **27**, 762. 1914; Münch. med. Wochenschr. 1915, S. 398; Zentralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat. **26**, 193. 1915; Bruns Beitr. z. klin. Chirurg. **106**, 384. 1917. — (Zweihöhlenschüsse). Grenzgeb. der Medizin u. Chir. **32**, 129. 1920. — Hart, Med. Klinik 1917, Nr. 4. — Hartmann, Adele, Arch. f. mikroskop. Anat. **76**, 253. 1910. — Hattinger, Über Myositis ossificans. Inaug.-Diss. Berlin 1917. — Hueck, Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **66**, 330. 1920. — Israel, Fortschr. auf d. Gebiete d. Röntgenstrahlen **27**, IV. 1920. S. 365. — Lieck, Arch. f. klin. Chirurg. **80**, 279. 1906; **85**, 118. 1908. — Marchand, Wundheilung. Dtsch. Chirurg. 1901, S. 498. Verhandl. d. dtsch. pathol. Gesellsch. **13**, 66. 1909. — Mönckeberg, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **167**. 1901. — Nierendorf, Knochenbildungen in Laparotomienarben. Inaug.-Diss. Würzburg 1916. — Orth, Leuthold-Gedenkschrift. Berlin, 1906. Hirschwald. S. 33. — Pochhammer, Arch. f. klin. Chirurg. **94**, 352. 1911. — Poscharissky, Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **38**, 135. 1905. — Ribbert, Das Wesen der Krankheit. Bonn 1909. — Röpke, Arch. f. klin. Chirurg. **82**, 81. 1907. — Rohmer, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **166**. 1901. — Roessle, Münch. med. Wochenschr. 1916. S. 646. — Rothschild, Bruns Beitr. z. klin. Chirurg. **28**, I. 1900. — Sabjakina (zitiert nach Wollenberg). — Schaffer, Histologie und Histogenese. Engelmann, 1920. — Schmidt, M. B., Aschoffs Lehrbuch f. path. Anat. 3. Aufl. S. 190; Lubarsch-Ostertags Ergebnisse **5**, 895. 1898. — Straßberg, Virch. Arch. **203**, 131, 1911. — Sudeck, Periostabriß als Ursache parostaler Bildung von Callus luxurians. Dtsch. Zeitschr. f. Chirurg. **150**, 105. 1919. — Wollenberg, Über Verknöcherungen i. d. Fascien. Inaug.-Diss. Breslau 1911. — Wolter, Dtsch. Zeitschr. f. Chirurg. **64**. 1902.