Aus der Privatklinik von Dr. Deutschländer in Hamburg.

Beitrag zur Verpflanzung ganzer Kniegelenke.

Von Dr. Carl Deutschländer in Hamburg.

(Mit 7 Abbildungen.)

Bei der noch verhältnismäßig geringen Zahl von Verpflanzungen ganzer Gelenkabschnitte zum Zwecke der Gelenkneubildung dürfte die Mitteilung eines weiteren einschlägigen Falles ein gewisses Interesse bieten. Es handelt sich hierbei um den Ersatz eines Kniegelenkes, der auf dem Wege der homöoplastischen Transplantation angestrebt wurde, wobei sich das überpflanzte Kniegelenk dadurch auszeichnete, daß es fast restlos in seiner vollen Ausdehnung einschließlich der Gelenkkapsel und des gesamten Bandapparates sowie der Kniescheibe übertragen wurde. Wenn auch der Erfolg den Erwartungen nicht entsprochen hat, so weist die Einheilung eines so verschiedenartig zusammengesetzten Gewebekomplexes immerhin eine Reihe bemerkenswerter Vorgänge auf, die eine Veröffentlichung rechtfertigen. Ich lasse zunächst die Krankengeschichte folgen:

Bei dem 13 Jahre alten Peter W. wurde wegen einer schweren spinalen Kinderlähmung beider Beine im Alter von fünf Jahren von anderer Seite eine doppelseitige Kniearthrodese ausgeführt. Im Laufe der Zeit hatten sich an beiden versteiften Knien schwere Deformitäten sowohl im Sinne der Beuge- als auch der Valgusstellung entwickelt (Fig. 1 u. 2), welche das an sich schon sehr mangelhafte Gehvermögen aufs schwerste beeinträchtigten, so daß eine Korrektur der Deformitäten angezeigt war. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, welche die Ankylose des rechten Knies wiedergibt, war die Versteifung absolut knöchern. Während auf der linken Seite wegen der vollständigen Lähmung der Muskulatur nur die Korrektur durch Osteotomie in Frage kam, die hier auch mit gutem Erfolge ausgeführt wurde, erschien am rechten Knie ein anderes Vorgehen angezeigt, da hier bei der Aufnahmeuntersuchung festgestellt worden war, daß sich trotz der langjährigen Versteifung die Muskulatur der Rückseite des rechten Oberschenkels, M. biceps, M. semimembranosus und semi-

tendinosus noch in einem auffallend guten funktionsfähigen Zustande erhalten hatte.

Dieser Befund, der zugleich erkennen ließ, daß für die erste Arthrodesenoperation wohl keine strenge Indikation bestanden hatte, ließ den Plan erwägenswert erscheinen, auf dieser Seite den Versuch der Bildung eines neuen Gelenks zu machen, dem dann durch Überpflanzung der funktionstüchtigen Muskulatur in einer späteren Sitzung soweit als möglich eine aktive Beweglichkeit verschafft werden sollte.

Fig. 1.

Fig. 2.

Der Versuch gelangte am 29. I. 1913 zur Ausführung. Als Transplantatspender stand das rechtseitige Kniegelenk eines 4jährigen Knaben zur Verfügung, bei dem wegen einer völligen Lähmung der Kniemuskulatur nach spinaler Kinderlähmung die Arthrodesen angezeigt war. Da auch die andere Seite schwere Lähmungen aufwies, so war hier nur durch Ausschaltung eines Kniegelenks Aussicht vorhanden, dem Kinde ein einigermaßen befriedigendes aktives Gehvermögen zu geben.

Die Operation fand ohne Blutleere statt. Durch einen Querschnitt oberhalb der Kniescheibe, welcher die Quadricepssehne und den oberen Recessus durchtrennte, wurde das Kniegelenk freigelegt. Die Femurkondylen wurden in einer schmalen Schicht von etwa $\frac{3}{4}$ cm Breite bogenförmig und parallel zur Epiphysenfuge reseziert, wobei

sorgfältig darauf geachtet wurde, daß die Epiphyse nicht verletzt wurde; sie blieb unversehrt dem Transplantatspender erhalten. Nunmehr wurde durch senkrechte Schnitte der Querschnitt zu einem Lappenschnitt vervollständigt und die Tibiagelenkfläche gleichfalls parallel zur Epiphyse und mit voller Erhaltung derselben in einer Dicke von etwa 1 cm abgesägt. Hierauf ließ sich das Kniegelenk im vollen Umfange entfernen, wobei nur die hintere Kapselwand stehen gelassen wurde. Das in dieser Weise resezierte Kniegelenk umfaßte somit:

1. die knorpeligen Gelenkflächen des Femur und der Tibia, aber ohne deren Epiphysen,
2. die Menisken,
3. den gesamten Bandapparat (Lig. cruciata, Lig. alaria, Lig. lateralia, Lig. patellae inferius),
4. die Kniescheibe samt dem Ansatz der Quadricepssehne und Teilen des oberen Recessus,
5. fast die ganze Gelenkkapsel, an der nur die stehen gebliebene hintere Wand fehlte.

Der im Gelenk befindliche subpatellare Fettgewebskörper wurde mit der Schere entfernt; hierauf wurde das Präparat in körperwarmer steriler Kochsalzlösung gelegt, in der es bis zur Überpflanzung aufbewahrt wurde.

Für das Einlegen des Präparats in Kochsalzlösung war weniger die möglichst gute Erhaltung der Lebensfähigkeit als vielmehr der Gesichtspunkt maßgebend, nach Möglichkeit das Präparat von dem in ihm befindlichen Blute zu befreien und auszulaugen. Wie die Erfahrungen der Bluttransfusion lehren, treten bei dem Zusammenreffen von Blutarten verschiedener Organismen oft stürmische biologische Reaktionen auf, und es schien mir daher nicht unwesentlich, diese Momente nach Möglichkeit auszuschalten, um so mehr, als an und für sich schon bei der Einheilung so verschiedenartiger Gewebe die höchsten Anforderungen an die Zelltätigkeit gestellt werden und es daher nur zweckmäßig sein kann, wenn vermeidbare Beeinträchtigungen der Zelltätigkeit ferngehalten werden.

Die Arthrodesenoperation wurde inzwischen in der üblichen Weise zu Ende geführt und gleichzeitig der Transplantatempfänger für die Operation der Einpflanzung vorbereitet, die gleichfalls ohne Blutleere vor sich ging.

Mit einem Lappenschnitt, dessen Basis proximalwärts lag, wurde die Ankylose freigelegt. Am Femur wurde sie bogenförmig durchsägt, wobei wiederum sorgfältig auf die Schonung der Epiphysenfuge geachtet wurde. Wegen der großen Unterschiede, die zwischen dem Gelenk des Transplantatspenders und dem des Transplantatempfängers bestanden, wurden gleichzeitig auch noch die Femurkondylen beträchtlich verkleinert. An der Tibia fand die Durchsägung des

Knochens gradlinig und gleichfalls parallel zur Epiphysenfuge statt, wobei letztere ebenfalls vollkommen geschont wurde. Hierauf ließ sich der Knochenkeil, der oben konvex und unten plan begrenzt war und hinten eine abgestumpfte Schneide aufwies, mühelos entfernen. Die Periostbekleidung der Rückseite des Keils blieb als hintere Gelenkwand in einer Ausdehnung, wie sie Fig. 3 zwischen den Punkten a und b angibt, stehen, ein Moment, der meines Erachtens für die späteren Vorgänge von großer Bedeutung war.

Nunmehr wurde das Kniegelenk des Transplantatspenders, das etwa dreiviertel Stunden in Kochsalzlösung gelegen hatte, zwischen die Knochenwundflächen gelagert. Die Femurkondylen paßten sich

Fig. 3.

gut dem Femurstumpfe an und wurden mit zwei feinen Katgutnähten an das Periost des Femur fixiert. Schwieriger war die Anpassung der knorpeligen Tibiagelenkfläche, da der Tibiastumpf des Transplantatempfängers im Verhältnis zu dem bedeutend kleineren Querschnitt des überpflanzten Tibiaknorpels eine weit größere Fläche aufwies. Nachdem jedoch der Tibiastumpf mit dem Resektionsmesser zirkulär abgestumpft und verkleinert worden war, ließ sich auch hier eine befriedigende Adaption erreichen. Von einer Vereinigung der knorpeligen Tibiagelenkfläche, die vollkommen in die Gelenkweichteile eingehüllt war, durch Drahtnähte wurde auf Grund der Erfahrungen LEXERS Abstand genommen. Eine Fixation wurde lediglich in der Weise bewirkt, daß Situationsnähte von Katgut durch die Gelenkkapsel und durch das Periost der Tibia gelegt wurden, wo-

durch eine hinreichende Sicherheit gegen Verschiebung erzielt wurde. Die Kniescheibe wurde ebenfalls mit Katgut an ihrem Quadricepssehnenansatz provisorisch mit dem Periost des Femur vernäht. Hierauf erfolgte die exakte Vernähung des Hautlappens; eine Drainage oder Tamponade kam nicht zur Anwendung. Das Bein selbst wurde vom Fuß bis zur Hüfte in einem Gipsverbande ruhiggestellt. Die Operation nahm zunächst einen vollkommen fieberfreien Verlauf. Am 7. II. wurden, nachdem der Gipsverband über dem Kniegelenk gefensteret worden war, die Hautnähte entfernt; die Wunde verhielt sich vollkommen reaktionslos. Auch in den nächsten Tagen machte sich nicht die geringste Störung des Wundverlaufs bemerkbar. Am 15. Tage nach der Operation trat plötzlich ein Temperaturanstieg auf 39,7 Grad ein. Bei der Revision zeigte sich das Kniegelenk gerötet, die Wundnarbe war an einigen Stellen aufgebrochen und sonderte ein eitriges Sekret ab.

Ich war somit vor die Frage gestellt, das Gelenk wieder zu eröffnen und ev. das ganze Transplantat zu entfernen, wie es in einem ähnlichen Falle auch von anderer Seite geschehen war. Ich konnte mich jedoch hierzu zunächst nicht entschließen, da ich nach dem bisherigen Verlaufe annahm, daß es sich bei dem akut einsetzenden Prozesse nicht um eine infektiöse Eiterung handelte, sondern um eine abakterielle Nekrose der bindegewebigen Bestandteile des überpflanzten Gelenks, die jetzt zur Abstoßung gelangten, eine Annahme, die auch durch den weiteren Verlauf bestätigt wurde.

Aus dieser Erwägung heraus glaubte ich den Versuch einer konservativen Behandlung machen zu dürfen. Das Gelenk wurde durch die etwas erweiterten aufgebrochenen Stellen der Operationsnarbe tamponiert und feucht verbunden. Bereits nach 4 Tagen ging die Temperatur wieder zur Norm herunter. Die Eiterung hielt zunächst noch etwas an, hörte aber auch bald auf. In diesem Stadium wurde die erste Röntgenaufnahme durch den Gipsverband ausgeführt. Sie erfolgte am 20. Tage nach der Operation, nachdem das akute Stadium der Abstoßung vorüber war.

Wie Fig. 4 erkennen läßt, haben sich die transplantierten Femurkondylen dem Femurstumpf gut angelegt; man sieht noch den Knorpel in ziemlicher Breite, dann folgt eine etwas hellere Schicht, welche der Grenze zwischen Transplantat und Femur entspricht, und an diese stößt die Epiphysenfuge des Femur an.

Die transplantierte Tibiagelenkfläche zeigt ein weit auffallenderes Verhalten. Während sie bei der Operation als eine flache Scheibe gleichmäßig über dem Tibiastumpf ausgebreitet lag und diesen nach dessen Verkleinerung und Abstumpfung vollkommen bedeckte, stellte sie sich jetzt als eine rundliche voluminöse Knorpelmasse dar, die nur den hinteren Abschnitt des Tibiastumpfes bekleidete. Die Ränder des Transplantats waren eingerollt, das Trans-

plantat selbst hatte sich in den hinteren Gelenkabschnitt verschoben und gegen die transplantierten Femurkondylen subluxiert. Man wird nicht fehlgehen, wenn man diese Veränderung mit der Abstoßung des Gelenkbindegewebes in Zusammenhang bringt. Während die Femurkondylen direkt durch einige Katgutnähte mit dem Femurperiost verbunden waren, war die Tibiagelenkfläche lediglich durch Situationsnähte fixiert worden, die durch die Gelenkkapsel gelegt waren. Mit dem Herausheben der Gelenkkapsel verlor jedoch die Tibiagelenkfläche ihre Fixation, und so war ihr die Möglichkeit gegeben, sich zu dislozieren und aufzurollen.

Fig. 4.

Was die transplantierte Kniescheibe anbetrifft, die sich noch in einem vollständig knorpeligen Zustande befand, so läßt das Röntgenbild auch auf der Originalplatte keine Spur mehr von ihr erkennen; ebenso konnte sie bei den späteren Aufnahmen nicht mehr nachgewiesen werden, und man muß daher annehmen, daß sie spurlos der Resorption anheimgefallen ist, nachdem das Bindegewebe, das ihre ernährenden Gefäße führte, herausgeeeitert war.

Der weitere Verlauf zeigte keine klinischen Besonderheiten mehr. Abgesehen von einer unbedeutenden Fistelbildung an einer Stelle der Operationsnarbe erfolgte nach Abschluß der Eiterung die Vernarbung glatt. Um den Heilprozeß nicht zu stören, wurde erst nach Ablauf der vierten Woche mit vorsichtigen Bewegungsübungen begonnen. Das in diesem Stadium aufgenommene Röntgenbild (Fig. 5) läßt folgende Veränderungen erkennen.

Zwischen Femur und Tibia besteht ein breiter Gelenkspalt. Im vorderen Bereiche der Tibia ist deutlich noch die zur Verkleinerung vorgenommene Abstumpfung wahrnehmbar. Die transplantierten Femurkondylen haben beträchtlich an Breite verloren und stellen jetzt nur eine schmale Scheibe dar, die sich aber gut an den Femurstumpf anlegt und unmittelbar an die Epiphysenfuge angrenzt. Die transplantierte Tibiagelenkfläche hat sich zu einem eirunden Körper zusammengerollt und anscheinend noch weiter nach rückwärts verschoben; sie legt sich als bewegungsstörender Fremdkörper zwischen die Begrenzungsflächen des Femur und der Tibia. Im hinteren Ab-

Fig. 5.

schnitte der Femurkondylen treten Neubildungen von Knochen-
schatten und leichte Unebenheiten an den Begrenzungsflächen auf.

Der Patient verblieb noch etwa sechs Wochen in stationärer Behandlung. Er erhielt in dieser Zeit einen Schienenhülsenapparat und wurde fleißig mit passiven und mediko-mechanischen Bewegungsübungen behandelt. Etwa drei Monate nach der Operation erfolgte die Entlassung aus der Klinik. Die Narben waren fest verheilt, das Kniegelenk konnte passiv in einem Winkel von etwa 45 Grad gebeugt und vollkommen gestreckt werden; der Gang war befriedigend.

Das Röntgenbild (Fig. 6), das bei der Entlassung angefertigt wurde, ließ erkennen, daß sich der Gelenkspalt wesentlich verschmälert hatte. Es besteht eine geringe Subluxation, und die hinteren Abschnitte der Femurkondylen haben in dem vorderen Abschnitt der

Tibiafläche eine seichte Vertiefung gebildet. Die transplantierten Femurkondylen sind fest mit dem Femurstumpf verschmolzen; im vorderen Bereiche der Kondylen bestehen leichte bucklige Vorwölbungen.

Am Tibiakopf verschwinden allmählich die abgestumpften Kanten dadurch, daß neugebildetes Knochengewebe sich ihnen auflagert. Der dislozierte transplantierte Tibiaknorpel liegt im hinteren Abschnitt des Kniegelenks, jedoch außerhalb der Artikulationsfläche. Er ist anscheinend unter dem Einflusse der Bewegungen gespalten und hat sich beträchtlich verkleinert. Auffallend ist ferner eine perlschnurartige Verknöcherungszone, die sich mit kleinen Unterbrechungen vom

Fig. 6.

hinteren Abschnitt der Femurkondylen zur hinteren Begrenzung der Tibia hinzieht und offenbar das Produkt des an dieser Stelle stehen gebliebenen Periostes ist.

Nach der Entlassung aus der Klinik wurde die Bewegungsbehandlung noch einige Wochen ambulant fortgesetzt, ohne daß indessen eine größere Beweglichkeit erzielt werden konnte. Der Patient ging sodann aufs Land und erhielt die Weisung, das Knie fleißig zu gebrauchen. Eine weitere Behandlung fand nicht mehr statt. Ein halbes Jahr nach der Entlassung, also dreiviertel Jahr nach der Operation, erfolgte die Wiedervorstellung. Die Nachuntersuchung ergab, daß das Knie ohne Formstörung ausgeheilt war. Der Gang war schwerfällig, doch völlig beschwerdefrei und ausdauernd. Die Beweglichkeit des Kniegelenks hatte wesentlich abgenommen, es gestattete

nur ganz geringe passive Beugebewegungen in einer Exkursionsweite von etwa 10 Grad. Somit konnte der Zustand des Gelenks nur noch als eine straffe Pseudarthrose bezeichnet werden.

Die Erklärung für diesen Rückschritt liefert das Röntgenbild in Fig. 7. Man erkennt in diesem zunächst, daß der Gelenkspalt sich stark verschmälert hat, aber immerhin als solcher noch bestehen geblieben ist. Die Femurkondylen sind fest verwachsen und im vorderen Abschnitt weisen sie geringe Unebenheiten und Knochenwucherungen auf. An der Tibia hat sich eine seichte Gelenkpfanne gebildet, die vorn an Stelle der früheren Abstumpfung von einem neugebildeten Knochen-

Fig. 7.

sporn begrenzt wird. Die schwersten Veränderungen finden sich in dem hinteren Abschnitt des Gelenks. Hier haben sich mächtige unregelmäßige Knochenwucherungen gebildet, welche sich längs der ganzen hinteren Begrenzung des Gelenks hinziehen und zum Teil keilförmig direkt zwischen die Bewegungsflächen des Gelenks vorge drungen sind; stellenweise treten sie mit den stark deformierten Resten des ehemaligen transplantierten Tibiaknorpels in Berührung. Diese Knochenwucherungen bilden ein Hindernis, das naturgemäß jede er giebige Bewegung des Gelenks unmöglich machen muß.

Wenn somit vom Standpunkte des Erfolges das Ergebnis der Verpflanzung den Erwartungen nicht entsprochen hat, so wäre es dennoch zu weit gegangen, das Resultat vollkommen als Miß erfolg zu bezeichnen. Erzielt wurde immerhin eine wenn auch

wenig bewegliche Pseudarthrose, und damit ist ein Etappenzustand geschaffen, der für spätere Nachoperationen Aussicht gewährt, das funktionelle Resultat zu bessern, wie es auch von vornherein geplant gewesen war. Nur aus äußeren Gründen haben sich die notwendigen Nachoperationen, die in der Entfernung der Knochenwucherung und in der Überpflanzung der funktionstüchtigen Muskulatur bestehen müssen, nicht ausführen lassen. Jedenfalls bedeutet für das Fortbewegungsvermögen ein wenn auch noch so beschränkt bewegliches Knie immerhin noch einen Vorteil gegenüber einer doppelseitigen Knieankylose.

Wenn man die Ursachen in Erwägung zieht, die zu einer derartig starken funktionellen Beeinträchtigung des Resultates geführt haben, so sind, abgesehen von der bisher aus äußeren Gründen noch nicht erfolgten Überpflanzung der funktionstüchtigen Muskulatur, zwei Vorgänge dafür verantwortlich zu machen.

Zunächst hat hier offenbar die Nichteinheilung des transplantierten Tibiaknorpels eine wesentliche Rolle gespielt. Dadurch, daß dieser Teil des Transplantates nicht mit dem Boden des Empfängers verwuchs, war ihm die Gelegenheit zur Dislokation gegeben. Der dislozierte Tibiaknorpel mußte sich naturgemäß zu einem störenden Fremdkörper im Gelenk entwickeln, der aber nicht bloß rein mechanisch die Beweglichkeit einschränkte, sondern außerdem noch durch seine Anwesenheit einen starken Reiz auf die benachbarten Gewebe ausübte. Durch eine zuverlässigere Befestigung des Knorpels bei der Operation würde sich dieses Ereignis vielleicht haben vermeiden lassen, wenn auch freilich nicht ohne weiteres vorausszusehen war, daß die Gelenkkapsel, die bei der Operation als ein guter Angriffspunkt für die Fixation erschien, nekrotisch werden würde.

Jedenfalls ergibt sich hieraus, daß der exakten Anpassung und Befestigung der transplantierten Gelenkflächen die größte Aufmerksamkeit bei derartigen Eingriffen zu widmen ist. Bei den Femurkondylen, die bogenförmig reseziert worden waren und sich ganz ausgezeichnet dem gleichfalls bogenförmig resezierten Femurstumpf anpaßten, bewirkte schon die Bogenform der Flächen, um eine gute Adaption zu erreichen, und zwei Katgutnähte waren genügend, um die Fixation so zu vervollständigen, so daß selbst die Nekrose der Gelenkweichteile die Einheilung

der Femurkondylen nicht zu stören vermochte. Vielleicht würde auch bei dem Tibiaknorpel die direkte Vernähung des Transplantates mit Katgut oder Seide das zweckmäßigste Verfahren gewesen sein. Daß es trotz der Nichteinheilung des Tibiaknorpels zu einer Pseudarthrosenbildung kam, ist ein Beweis, daß es hierzu nicht unter allen Umständen der Überpflanzung zweier korrespondierenden Gelenkflächen bedarf und daß schon die gut angeheilten Femurkondylen ausreichten, um den Anstoß zu einer Gelenkbildung zu geben.

In zweiter Linie ist aber sicher auch das Auftreten der arthritischen Wucherungen für die Funktionsbeeinträchtigung verantwortlich zu machen. Daß sich bei Gelenkverpflanzungen häufig Knochenwucherungen im Sinne einer Arthritis deformans bemerkbar machen, darauf hat Lexer bereits genügend hingewiesen. Nach den experimentellen Untersuchungen Axhausens sind diese als Reaktionserscheinungen des überlebenden Knorpelgewebes auf subchondrale Nekrosen aufzufassen. Wie die Röntgenbilder der hier mitgeteilten Beobachtung zeigen, haben sich auch in diesem Falle an verschiedenen Stellen des Gelenks Unebenheiten und Unregelmäßigkeiten entwickelt, die man zweifellos als arthritische Veränderungen im Sinne Axhausens bezeichnen muß. Diese Erscheinungen sind aber immerhin nur in einem verhältnismäßig geringen Grade ausgeprägt.

Weit mehr überwiegt hier eine Gruppe anderweitiger Knochenwuchersprozesse, die sich speziell im hinteren Gelenkabschnitte ausgebildet haben und gerade diese sind als die Hauptursache der Beeinträchtigung der Funktion anzusprechen. Wie die Röntgenbefunde ergeben, traten bereits sechs Wochen nach der Operation sowohl an der Tibia als auch am Femur an der hinteren Begrenzung unregelmäßige Knochenschatten auf; nach weiteren sechs Wochen entwickelten sich diese zu einer perlschnurartigen, stellenweise noch unterbrochenen Knochenbrücke und dreiviertel Jahr nach der Operation läßt das Röntgenbild eine deutliche Knochenbrücke erkennen, die kompakte Knochenmassen keilförmig in das Gelenk aussendet und auf diese Weise rein mechanisch die Gelenkbewegung hindern muß.

Die Entstehung dieser Knochenmassen ist zweifellos das Produkt der hinteren Gelenkwand, die mit der Ankylosierung ihren

Gelenkcharakter verlor und sich in echtes Periostgewebe umgewandelt hatte. Die produktive Tätigkeit dieser Periostwand erfuhr in dem vorliegenden Falle noch eine besondere Steigerung dadurch, daß der zum Fremdkörper gewordene eingekeilte Tibiaknorpel bei jeder Gelenkbewegung einen starken Reiz für die Erzeugung neuer Osteoblastenschichten auslöste.

Aus diesen Vorgängen ergibt sich die weitere Forderung, bei der Resektion der Ankylose aufs sorgfältigste alles Periost im Bereiche des Gelenks mit zu entfernen; besonders aber muß an dessen hinterem Abschnitt die gesamte hintere, aus Weichteilen bestehende Gelenkwand in breiter Ausdehnung exstirpiert werden, um zu verhüten, daß von dieser Stelle aus Knochenneubildungsvorgänge ausgehen, die unter Umständen zum Wiederverwachsen des operativ geschaffenen Gelenks führen können. Diese von Payr für die Fascieninterposition aufgestellte Forderung gilt somit auch für die Gelenktransplantation, und ihre Nichtbeachtung hat zweifellos schon mehrfach Mißerfolge verursacht, soweit dies die in der Literatur niedergelegten Krankengeschichten erkennen lassen. An Stelle der radikalen Excision könnte man vielleicht die hintere Gelenkwand auch zur Bildung von Lappen benutzen, mit denen man die Wundflächen der Knochen, soweit sie nicht durch das Transplantat gedeckt werden, überbrücken könnte. Auf jeden Fall muß aber die im hinteren Gelenkabschnitt befindliche zusammenhängende Periostbrücke zwischen Femur und Tibia in irgendeiner Weise zerstört werden. Daß dieses in dem vorliegenden Falle nicht geschehen ist, war ein technischer Fehler, der meines Erachtens als Hauptursache des ungenügenden Resultats anzusprechen ist.

Was die Frage der Einheilung ganzer Gelenke im Zusammenhang mit den bindegewebigen Gelenkweichteilen anbetrifft, so ist dies eine Frage, die meines Wissens Lexer noch offen gelassen hat. Die hier mitgeteilte Beobachtung spricht nicht zugunsten derartig ausgedehnter Transplantationsversuche. Die Geschichte der Transplantation lehrt, daß es schon außerordentlich schwierig ist, autoplastisch transplantierte höher differenzierte Gewebe, zu denen auch die Gelenkkapsel zu rechnen ist, zur Einheilung zu bringen. Noch größer sind die Schwierigkeiten bei homöoplastischen Überpflanzungen, bei denen außerdem noch die biolo-

gischen Eigenschaften des Transplantatspenders eine große Rolle spielen. Nach allen unseren Erfahrungen verliert jedes höher differenzierte Gewebe bei der Transplantation seine charakteristischen physiologischen Merkmale und degeneriert, wofern es überhaupt erhalten bleibt, zu einer bindegewebigen Schwarte.

Auf Grund der vorliegenden Beobachtung erscheint es jedenfalls bei der Übertragung ganzer, und zwar größerer Gelenke, nicht ratsam zu sein, die bindegewebigen Bestandteile des Gelenks mit zu überpflanzen. Offenbar verfallen diese in kürzerer oder längerer Zeit nach der Operation, auch ohne das Hinzutreten von bakteriellen Schädigungen, der Nekrose, und werden, wenn sie nicht substituiert werden, durch Eiterung abgestoßen. Dadurch wird naturgemäß die Einheilung des mit den Weichteilen in Zusammenhang stehenden knorpeligen Transplantates schwer gefährdet, wenn sie auch nicht — und darin liegt eine weitere bemerkenswerte Seite unseres Falles — ganz unmöglich gemacht wird. So widerstandsfähig sich der Knorpel bei der Überpflanzung erweist, so widerstandsunfähig ist das mit ihm in Verbindung stehende höher differenzierte Gelenkbindegewebe, und es bedeutet m. E. nur eine Erhöhung der Komplikationsgefahr, wenn man derartige Versuche zu weit ausdehnt.

Damit soll indessen keineswegs gesagt sein, daß kleinere Partien von bindegewebigen Bestandteilen eines Gelenks überhaupt nicht mit Erfolg überpflanzt werden können. Zweifelhaft bleibt es aber immer, ob sie ihren physiologischen Charakter bewahren. Dazu kommt, daß für die Gelenktransplantation die Überpflanzung der bindegewebigen Bestandteile nicht eine absolute Notwendigkeit darstellt, denn wie die Beobachtungen Payrs, Sumitas u. a. lehren, kann sich unter dem Einfluß des funktionellen Reizes das Bindegewebe des Transplantatempfängers zu einer neuen Gelenkkapsel umwandeln und allmählich den physiologischen Bedingungen vollkommen anpassen.

Im Zusammenhang mit dieser Frage steht auch die Transplantatsfähigkeit der Kniescheibe. Sie ist in dem vorliegenden Falle versucht worden, aber nicht gelungen. Wie die Röntgenuntersuchung am 20. Tage nach der Operation bereits zeigte, war schon in diesem Stadium keine Spur der überpflanzten Kniescheibe mehr nachzuweisen, wenn man freilich auch hierbei be-

rücksichtigen muß, daß wegen der vollständig knorpeligen Beschaffenheit der Kniescheibe der Nachweis sehr schwierig war. Aber auch alle späteren Röntgenbilder haben keine Spuren der Kniescheibe mehr entdecken lassen.

Die Wahrscheinlichkeit, eine Kniescheibe lebensfähig zu überpflanzen, dürfte außerordentlich gering sein. Zunächst findet sie kein adäquates Lager, wie der Gelenkknorpel, vor; sodann aber ist ihre Überpflanzung bei einer knöchernen Ankylose nur im Zusammenhang mit entsprechend großen Abschnitten der bindegewebigen Bestandteile des Gelenks möglich. Gehen nun diese Gelenkbestandteile, wie es wohl in der Regel der Fall ist, zugrunde, so verliert damit die Kniescheibe ihre ernährenden Gefäße und muß daher gleichfalls der Nekrose oder der Resorption anheimfallen.

Als lebensfähiges Element hat sich bei der Verpflanzung ganzer Gelenkabschnitte nur der Gelenkknorpel erwiesen. Er besitzt anscheinend eine große Widerstandsfähigkeit und kann selbst unter ungünstigen Bedingungen noch mit Erfolg transplantiert werden, wie z. B. hier, wo trotz einer schweren Nekroseenergie die Einheilung des Femurkondylenknorpels erfolgte. Allerdings verlangt die Knorpeltransplantation die Erfüllung einer Bedingung, nämlich die exakte Anpassung an sein neues Lager. Trotz seiner großen Transplantationsfähigkeit unterliegt aber auch das Knorpelgewebe schweren regressiven Veränderungen, und es ist nur ein verhältnismäßig geringer Teil, der von ihm auf die Dauer lebensfähig erhalten bleibt. Von den an sich voluminös zu bezeichnenden Knorpelschichten der Femurkondylen, die das Röntgenbild am 20. Tage nach der Operation (Fig. 4) erkennen läßt, ist am 40. Tage (Fig. 5) nur noch eine schmale Scheibe übrig geblieben, die sich im weiteren Verlaufe noch mehr verjüngt und schließlich nur noch eine schmale knorpelige Grenzschicht zurückläßt. Die hier wiedergegebenen Röntgenbefunde bestätigen somit in ergänzender Weise die experimentellen Untersuchungen Axhausen's, welcher die regressiven Vorgänge und Substitutionsprozesse des Gelenkknorpels einwandfrei klargestellt hat. Trotz dieser starken Rückbildungserscheinungen ist jedoch der Gelenkknorpel immerhin noch ein Gewebe, das, wie Axhausen zusammenfassend bemerkt, „im histologischen Sinne

und auch in einem für die praktische Anwendung ausreichenden Umfange transplantationsfähig ist“. Auch in dieser Beziehung deckt sich die klinische Beobachtung mit den Schlußfolgerungen Axhausens¹⁾.

Zur Frage der Transplantation des Epiphysenknorpels gestattet der vorliegende Fall keine Stellungnahme, da eine Überpflanzung dieser Gewebsschichten nicht stattgefunden hat. Wenn irgend angängig, wird man es wohl stets vermeiden, einem jugendlichen lebenden Transplantatspender den Epiphysenknorpel mit zu entfernen, um Wachstumsstörungen zu verhüten. Aber auch bei dem Transplantatempfänger verlangt die Epiphysenfuge die sorgfältigste Schonung, da es für die Einheilung eines Transplantats nicht gleichgültig sein kann, wenn diese Gewebszone mit ihrer gesteigerten Zelltätigkeit geschädigt wird. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, die Resektion der knöchernen Ankylose stets parallel zur Epiphysenfuge vorzunehmen, d. h. am Oberschenkel, wo die Epiphyse gekrümmt verläuft, nach dem Vorgange von Helferich bogenförmig. Die bogenförmige Resektion hat zugleich den Vorzug, daß gebogene Knorpelflächen sich fester anlegen, da sie infolge ihrer Elastizität an sich schon die Neigung haben, sich zusammenzukurven und zusammenzurollen.

In welcher Breite man den Gelenkknorpel am besten abträgt, darüber sind meines Wissens noch keine näheren Untersuchungen angestellt worden. Soweit aus der Literatur zu ersehen ist, ist der Gelenkknorpel in der Regel in einer Breite von ein bis zwei Fingern reseziert worden. Die Tatsache, daß der größte Teil des Knorpelgewebes doch zugrunde geht bzw. substituiert wird, würde vielleicht auch Versuche rechtfertigen, die Knorpelscheiben möglichst schmal zu überpflanzen, analog wie man auch bei den Hauttransplantationen möglichst dünne Schichten wählt. Meines Wissens hat diesen Weg ein russischer Autor, Weglowski, auch bereits mit Erfolg bei der Mobilisierung einer Ellenbogenankylose beschritten.

1) Anmerkung während der Korrektur: Leider ist auch die letzte Knorpelschicht allmählich geschwunden und eine völlige Ankylose eingetreten, so daß sich diese klinische Beobachtung nicht mehr mit dem Axhausenschen Satze deckt.

Zum Schluß möchte ich noch kurz auf zwei Befunde der Röntgenbilder hinweisen, die erkennen lassen, wie wichtig der funktionelle Reiz für die Entwicklung und Ausbildung eines transplantierten Gelenkes ist. So sieht man in den Fig. 6 und 7, wie sich an der Tibia, trotzdem hier die Bedeckung des Stumpfes mit dem Tibiaknorpel mißlungen war, eine Art von Gelenkpfanne entwickelt, was zweifellos nur dem Einflusse der Bewegungen zuzuschreiben ist. Ferner erkennt man, wie sich der Defekt, der durch die Abstumpfung der Tibiakante zwecks Verkleinerung des Gelenks entstanden war, allmählich wieder mit neuem Knochengewebe ausfüllt, und wie es sogar zu einer Art Spornbildung an dieser Stelle gekommen ist. Beide Vorgänge liefern eine vorzügliche Illustration für den formgestaltenden Einfluß der Funktion, die richtig auszunutzen eine ebenso wichtige Aufgabe der Gelenkverpflanzung ist wie die Beschaffung des anatomischen Substrates.

Wenn man das Gesamtergebnis der Einheilungsvorgänge bei der hier mitgeteilten Verpflanzung eines ganzen Kniegelenks in Betracht zieht, so ergibt sich die Tatsache, daß der größte Teil der überpflanzten Gewebe zugrunde geht und nur ein ganz außerordentlich geringer Bruchteil zur Einheilung gelangt. Im Grunde genommen ist es nur der Gelenkknorpel, der sich längere Zeit lebensfähig erwiesen hat, aber auch nur unter einem außerordentlichen Verlust von Zellenmaterial. Bei dieser Sachlage ist der Standpunkt begründet, von vornherein auf die Überpflanzung von Gewebekomplexen zu verzichten, die in der Regel doch zugrunde gehen. Damit wird dem Organismus eine Arbeitsleistung erspart, die er zweckmäßiger für die funktionelle Ausbildung des Gelenks verwenden kann.

Wenn man sich aber nur auf die Übertragung des Knorpelgewebes beschränken würde, so erfährt der Begriff der Gelenktransplantation eine wesentliche Umgestaltung. Man ist dann eigentlich nicht mehr berechtigt, von einer Gelenkverpflanzung zu sprechen. In Wirklichkeit handelt es sich dann nur um die Transplantation und Interposition einer bestimmten Gewebsschicht des Gelenks, und das Verfahren ist somit als eine besondere Form der Interpositionsmethode zu bezeichnen.

Literaturverzeichnis.

1. Axhausen, Über die histologischen Vorgänge bei der Transplantation von Gelenkenden, insbesondere über die Transplantationsfähigkeit von Gelenkknorpel und Epiphysenknorpel. Langenbecks Arch., Bd. 99.
 2. Biesalski, Heterogene Gelenktransplantation. Verhandlungen des 9. orthop. Kongr. 1910.
 3. Hinz, Ein Fall von Gelenkplastik nach Lexer. Zentralbl. f. Chir. 1911, Nr. 37. Verhandl. der Freien Chir.-Vereinigung Berlins.
 4. Lexer, Die Verwendung der freien Knochenplastik nebst Versuchen über Gelenkversteifung und Gelenktransplantation. Verhandl. des Chir.-Kongr. 1908, S. 188.
 5. Derselbe. Med. Klinik 1908, S. 817.
 6. Derselbe, Über Gelenktransplantation. Verhandl. des Chir.-Kongr. 1909, S. 398.
 7. Derselbe, Gelenktransplantation. Verhandl. des Chir.-Kongr. 1910, S. 102.
 8. Payr, Über die operative Behandlung von Knieankylosen. Langenbecks Arch., Bd. 99.
 9. Schöne, Die heteroplastische und homöoplastische Transplantation. Julius Springer, Berlin 1912.
 10. Sumita, Experimentelle Beiträge zur operativen Mobilisierung ankylosierter Gelenke. Langenbecks Arch., Bd. 99.
 11. Weglowski, Die Behandlung der Gelenkankylose mittels Überpflanzung von Knorpelplatten. Zentralbl. f. Chir. 1907, Nr. 17.
-