Aus der I. chirurgischen Abteilung des Rudolf-Virchow-Krankenhauses, Berlin. (Direktor: Prof. Dr. Mühsam.)

Ersatz der Tibia durch eine Magnalium-Prothese.

Von Oberarzt Dr. Gerhard Golm, Assistent der Klinik.

(Mit 5 Abbildungen.)

Während die Geschichte der plastischen Operationen, soweit sie sich auf die Weichteile erstrecken, weit zurückreicht — übten doch die Inder schon eine Rhinoplastik —, fallen die Anfänge der plastischen Knochenchirurgie in die 1. Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Die Versuche, größere Knochendefekte zu ersetzen, gehen in erster Linie auf Julius Wolff und Ollier zurück. Sie erkannten zuerst die knochenneubildende Eigenschaft des Periosts und Knochenmarks, ihre Experimente über Implantation, Regeneration von Knochen legten den Grund zur heutigen Osteoplastik. Aber ihre an Tieren ganz erfolgreichen Experimente konnten, auf den Menschen übertragen, noch keinen wesentlichen Fortschritt bedeuten. Die Asepsis steckte noch in den Kinderschuhen, die Wunden wollten nicht heilen. Von einer freien Knochentransplantation wollte man gar nichts wissen, man scheute sich, eine neue Wunde zu setzen. Auf der Suche nach einem knochenähnlichen Material fand man das Elfenbein am geeignetsten. Schon Dieffenbach benutzte im Jahre 1846 in der Knochenchirurgie Elfenbein, das er in nicht heilenwollende Knochenfragmente eintrieb, um die Knochenneubildung anzufachen. Dieses Material griff man in den 90er Jahren wieder auf, um größere Knochendefekte zu decken, und so gelang es insbesondere Glück als erstem mehrfach, auch größere Knochendefekte durch Elfenbein zu ersetzen. So ersetzte er im Jahre 1898 das untere Drittel einer resezierten Ulna durch Elfenbein. Das Elfenbein heilte vollkommen ein, ja der Patient zog sich ¹/₂ Jahr später eine Fraktur am Implantationsorte zu, welche mit knocher-

nem Callus wieder zusammenheilte. Das Elfenbeinstück war durch Substitutionsostose, wie Gluck diesen Vorgang nannte, vollkommen ersetzt worden. Es gelang auch Gluck, toten Knochen zur Einheilung zu bringen. Er benutzte dazu Knochen seines Pariser Skeletts aus dem Jahre 1873 und er konnte stolz auf den Erfolg sein, als er hörte, daß dieser Patient als Landsturmmann den Krieg 1914-18 gegen Frankreich mitgemacht hat. Giordano berichtet ebenfalls gute Erfolge mit Elfenbeinimplantationen. Er setzte in einen Tibiadefekt ein 23 cm langes und 18-22 mm breites Eisenstück, welches am oberen und unteren Ende einen Meniscus aus Elfenbein trug. Wohl bahnbrechend auf diesem Gebiete der Alloplastik (Plastik mit körpertremdem Material) war aber doch Gluck mit seiner Invaginationsmethode. Er stellte 1895 auf dem Chirurgenkongreß eine Anzahl von Versuchstieren vor, unter anderem zeigte er Hunde, denen er ganze Metallapparate implantiert hatte. Aber die Erfolge waren beim Menschen mit diesen komplizierten Apparaten keine dauernden. Die Prothesen mußten in den meisten Fällen wegen Eiterung wieder entfernt werden. Aber eins war dann doch stets erreicht worden: es hatte sich entlang dieser Fremdkorperschiene, die gewissermaßen als Leitband diente, Knochen neu gebildet. Auf der Suche nach einem Material, das zwar eine Stütze biete, aber allmählich im Körper resorbiert würde, kam Gluck auf den Gedanken, als Knochenersatz ein metallisches Präparat „Magnalium“ zu verwenden. Magnalium ist ein Gemisch von Magnesium und Aluminium und wurde zuerst von Payr im Jahre 1900 als resorbierbare Prothese zur Vereinigung getrennter Gefäßlumina herausgegeben. Die 1. Versuche Payrs gehen in das Jahr 1892 zurück. Er konnte feststellen, daß sich das Magnalium, in dünnen Stücken in menschliches Gewebe gebracht, leicht löst. Auf die chemischen Vorgänge kann ich leider hier nicht eingehen, da es zu weit führen würde. Ich verweise hier auf die ausführlichen Angaben Payrs (Verhandl. d. deutsch. Gesellschaft f. Chir. 1900, XXXV). Dieses Magnalium war dank seiner chemischen Zusammensetzung gut zu verarbeiten. In der Hoffnung, nun eine brauchbare resorbierbare Prothese gefunden zu haben, ging Gluck an die Implantation von Magnalium-Stäben. Während die Gefäßprothesen Payrs restlos resorbiert wurden, ist dies bei den Magnalium-Prothesen Glucks in Extremitäten nicht beobachtet

worden. Freilich konnte Gluck einen Magnalium-Stab zeigen, den er bei Osteomyelitis des Femur nach Resektion von 10 cm Knochen implantiert hatte. Er blieb 5 $\frac{1}{2}$ Monate liegen, mußte dann aber entfernt werden, da sich eine Fistel gebildet hatte, die nicht heilen wollte. An diesem Stabe ließen sich Rinnen, Furchen und Löcher erkennen, die das angrenzende Gewebe hineingefressen hatte. Wenn auch der Stab nicht resorbiert worden war und darum entfernt werden mußte, eins hatte er doch erreicht, die Knochenneubildung war mächtig angeregt worden, so daß nach seiner Entfernung die Extremität schnell gebrauchsfähig wurde. Warum die Resorption nicht eine vollkommene war, ist nicht näher untersucht worden. Wahrscheinlich liegt es doch wohl nur an der weit größeren Masse von Material, das bei der Knochenersatzmethode verwendet werden mußte, als bei den dünnen, feinen Magnalium-Prothesen, welche die Kontinuität von Gefäßen wieder herstellen sollten.

Fragen wir uns nun, was aus solcher Metallprothese wird, wenn sie im Körper nicht resorbiert wird, nicht ausgestoßen und auch nicht operativ wieder entfernt wird! Kann sie nicht unter Umständen zu schweren Funktionsstörungen und Wachstumsbeschränkungen führen, zumal dann, wenn es sich um ein jugendliches Individuum handelt? Diese Frage ist darum so aktuell, weil gerade einige Chirurgen, insbesondere Lange, für Fremdkörperimplantationen im allgemeinen wieder eintreten (Zelluloid-, Horn-, Elfenbeinstifte). Wie vorsichtig man aber bei jugendlichen Individuen, besonders bei zweiknochigen Extremitäten, mit der Fremdkörperimplantation sein soll, beweist folgender Patient, den wir zu beobachten Gelegenheit hatten.

Im April 1920 fand ein Pat. bei uns Aufnahme, der kurz folgenden Befund aufwies: Junger Mann, dessen rechter Unterschenkel um 9 cm verkürzt ist. An der Streckseite des Unterschenkels innen eine 22 cm lange Narbe. An der Grenze zwischen mittlerem und unterem Drittel innen 2 Ulcera mit Fisteln. Die Sonde stößt hier auf Rauigkeiten. Der Fuß steht in Klumpfußstellung, die Fibula ist in ihrem unteren Drittel stark verkrümmt, nach innen gebogen. Starke Atrophie der Wadenmuskulatur, der rechte Fuß ist bedeutend kleiner als der linke. Pat. trägt einen Stiefel mit erhöhtem Absatz. Der Gang ist hinkend und scheint dem Pat. Schmerzen zu bereiten.

Fig 1 läßt die Verhältnisse anschaulich erkennen. Die Fisteln

an der Innenseite des Unterschenkels im unteren Drittel sind deutlich sichtbar, ebenso die Klumpfußstellung und die Verbiegung der Fibula.

Wir ließen eine Röntgenaufnahme anfertigen und sahen an Stelle der Tibia Diaphyse einen Fremdkörper aus Metall. Im Jahre 1908 war dem Pat. im Kinderkrankenhaus Berlin von Gluck dieser Fremdkörper implantiert worden. Der liebenswürdigen Auskunft des Herrn Prof. Dr. Th. Gluck verdanke ich folgende Angaben: „Es handelte sich damals bei dem Pat. im Jahre 1908 um eine flaschenförmige

Fig. 1.

Knochen-Tuberkulose der ganzen Tibia-Diaphyse, ausgedehnte käsige Sequester, Osteomyelitis tuberculosa, schwere Weichteil-Tuberkulose mit Fistelbildung. Die ganze Tibia-Diaphyse wurde reseziert, das Periost mußte ebenfalls zum größten Teil mit entfernt werden. Die restierenden Gelenkenden der Tibia wurden durch eine eingepflanzte Magnesium-Prothese fest mit einander verbunden, die Haut darüber vernäht. Die fistellose Einheilung konnte bis zum Jahre 1915 verfolgt werden, also 7 Jahre post operationem. Pat. trug einen Hessingschen Apparat und ging trotz Verkürzung ganz gut.“

Der Pat. stellte sich bei Gluck nicht wieder vor und kam, wie oben

gesagt, 1920 in unsere Behandlung. Die Röntgenaufnahme, Fig. 2 und 3, zeigt uns folgendes: Die ganze Tibia-Diaphyse ist durch einen nach distal zu spitzer werdenden, metallischen Stab ersetzt, dessen Konturen glatt sind. Keine Furchen und Löcher als Zeichen von Resorptionsvorgängen. Um die Implantationsstelle an der prox. Epiphyse Knochenneubildung in Spangenform. Eigenartiges Wachstum der Fibula, Verbiegung im distalen Drittel nach innen. Fehlerhafte Stellung der distalen Gelenkfläche der Tibia, die schrag nicht horizontal verläuft. Auffallende Osteoporose der Fußwurzelknochen.

Von dem einzuschlagenden Heilverfahren kam wegen der hochgradigen Verkürzung und Deformierung des Unterschenkels, der schweren Weichteil-Tuberkulose mit Fistelbildung und bei dem Fehlen

Fig. 2 und 3.

der Tibia Diaphyse nur eine Amputation in Frage. Dieselbe wurde am 14. IV. 1920 transkondylär vorgenommen.

Das durch die Amputation gewonnene Präparat zeigt uns Fig. 4 und 5. Hier sehen wir wieder deutlich am Magnalium-Stabe keinerlei

Veränderungen, die auf eine Resorption des Materials schließen lassen. Weiter zeigt uns das Präparat noch besser als das Röntgenbild die eigenartige Verkrümmung der Fibula im distalen Drittel und die

Fig. 4

Fig. 5

fehlerhafte Stellung des Fußes, die Klumpfußstellung. Auch die Knochenspanne an der proximalen Tibia Epiphyse ist gut zu sehen.

Während die anatomischen Veränderungen der Fibula sofort bei Betrachtung von Röntgenbild und Präparat dem Beschauer in die Augen springen, bedürfen die Veränderungen des Fußskeletts einer

naheren Untersuchung. Ohne weiteres imponiert der Fuß als Klumpfuß, und zwar gehört er zu den Arten von Klumpfüßen, die wir gelegentlich nach schlecht geheilten Unterschenkelfrakturen, hauptsächlich aber nach partiellen Resektionen und Nekrotomien der Tibia bei Osteomyelitis oder Tuberkulose sehen, zu den sogenannten statischen Klumpfüßen. Samtliche Veränderungen resultieren aus dem pathologischen Verlauf der Achse des oberen Sprunggelenks. Diese verläuft normalerweise horizontal, in unserem Falle etwa in einem $\angle$ von 45 Grad von medial oben nach lateral unten. Die fibuläre Gelenkfläche des Talus, *Fac. malleol. lat. tal.*, steht nicht senkrecht, sondern in einem spitzen Winkel zur Gelenkfläche der Talus-Rolle und ist so rauh, daß eine Artikulation mit Knorpelbedeckung nicht stattgefunden haben kann. Die mediale Gelenkfläche für die Tibia, *Fac. malleol. med. tal.*, die sonst sich deutlich von der Trochlea abhebt, geht hier kontinuierlich in die Rolle über. Die Gelenkfläche des Kopfes, *Fac. artic. navic.*, ist besonders rauh und gegen den übrigen Knochen als Gelenkfläche nicht abgrenzbar. Ein *Proc. trochlearis* und die Rinne für den *Musc. peron. long.* fehlen vollkommen. Eine Verdrehung des Talus in sich hat nicht stattgefunden.

Beim Calcaneus ist folgendes zu bemerken: Die 3 normalerweise mit dem Talus artikulierenden Gelenkflächen des Calcaneus sind unscharf ausgebildet, da das *Sustent. tali* stark atrophisch ist. (Die Längsachse des Talus und Calcaneus läuft nie parallel.) Den Winkel, den die Längsachse des Calcaneus mit der des Talus bildet, ist zwar immer noch ein stumpfer aber wesentlich spitzer als normal. Der Calcaneus steht in jeder Richtung des Raumes steiler zum Talus als gewöhnlich. Die mediale Fläche des Calcaneus ist wesentlich verkürzt, während die laterale normal geblieben ist, infolgedessen ist die Gelenkfläche für das Cuboid, *Fac. artic. cuboidea*, so verdreht, daß ihr medialer Rand nach hinten gerückt ist.

Die übrigen Fußwurzelknochen sind bis auf hochgradige Osteoporose nicht verändert. Metatarsus und Phalangen sind ohne pathologischen Befund. Die Veränderungen am Calcaneus sind aber so stark, daß durch sie allein eine Annäherung der *Tuberositas ossis navicularis* an den *Proc. med. tub. calcanei* stattgefunden hat. Durch diese Distanzverkürzung ergibt sich die Hohlfußbildung. Als weitere Folge stehen nun auch die Mittelfußknochen mit den Zehen in einem viel spitzeren Winkel zur Längsachse des Calcaneus als es normalerweise der Fall ist.

Ziehen wir aus dieser Deformierung des Unterschenkels und Fußes unsere Rückschlüsse auf die Entstehung derselben, so ergibt sich, daß die feste Verankerung der Magnalium-Prothese mit den Tibiaepiphysen das Längswachstum des Unterschenkels gestört hat. Die Fibula konnte nicht in der Längsrichtung weiter

wachsen, sondern legte sich bogenförmig um die Tibia herum. Hierdurch wurde auch der Fuß aus seiner richtigen Lage gebracht, die Achse des Sprunggelenks konnte nicht mehr horizontal verlaufen. Durch die Belastung resultierte dann eine weitere Verkrümmung der wachsenden Fibula und eine ausgesprochene Klumpfußstellung.

Ein anderes Resultat wäre wahrscheinlich erreicht worden, wenn zur Implantation nicht totes, sondern lebendes Material verwendet worden wäre. So konnte z. B. die Tibia durch die Fibula ersetzt werden, wie ja überhaupt an zwei- und mehrknochigen Gliedern ein Knochen zum Ersatz des Nachbarknochens herangezogen werden kann. Die Entwicklung der modernen Knochenchirurgie ist besonders in den letzten Jahren so ungemein gefördert worden — Plastik mit gestielten Knochenlappen, freie Knochentransplantation —, daß man mit Implantation von Fremdkörpern als Knochenersatz besonders bei jugendlichen Individuen äußerste Zurückhaltung wahren sollte.

Literaturübersicht.

1. Christofidīs, Behandlung größerer Knochendefekte. Inaug.-Diss. 1906, Berlin.
 2. Eulenburg Realencycl. 1913, IV. Aufl.
 3. Gluck. Zeitschr. f. arztl. Fortbildg. 1917, Nr. 23 u. 24, 1918, Nr. 1
 4. —. Arch. f. klin. Chir. 1890, Bd. 41.
 5. —. Deutsche med. Wochenschr. 1888.
 6. —. Berliner klin. Wochenschr. 1899
 7. K am p t z. Beitr. z. klin. Chir. 1914
 8. L a n g e. Jahreskurse f. arztl. Fortbildg. 1920, Dez.-Heft
 9. P a y r. Arch. f. klin. Chir. 1903, Bd. LXXII, H. 1
 10. —. Deutsche Ges. f. Chir. 1900, XXIX. Kongr.
 11. M a y e r, E d m u n d. Funktionelle Gelenkfragen. Inaug. Diss. 1919, Berlin.
-