Zeitschrift: Wissen und Leben
Herausgeber: Neue Helvetische Gesellschaft
Band: 9 (1911-1912)

Artikel: Die operative Überpflanzung menschlicher Gelenke
Autor: Henschen, Karl W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-748801

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

DIE OPERATIVE ÜBERPFLANZUNG MENSCHLICHER GELENKE

Die Frage nach der Möglichkeit eines operativen Ersatzes verloren gegangener oder eines Wiederaufbaues verstümmelter Teile des menschlichen Körpers und nach den Bürgschaften ihres Gelingens rührt an eines unserer tiefsten und fesselndsten biologischen Probleme, da hier bis tief an die Wurzeln der Erkenntnis von den Vorgängen und Bedingungen organischen Lebens überhaupt hinabgeschürft werden muss. Die biologischen Naturwissenschaftler, Botaniker und Zoologe — die ja so oft schon mit neubelebenden Erkenntnissen der praktischen Medizin neue Ziele gewiesen — Physiologe und Chirurg reichen sich hier brüderlich die Hand, einer den andern mit den ihm nächstliegenden Anschauungsweisen und technischen Arbeitsmethoden ergänzend und anfeuernd. Seit die alten, so grausam verstümmelnden Operationen, in welchen die ältere Chirurgie fast restlos aufgegangen war, durch die glänzenden Erfolge der konservierenden Chirurgie auf ein kleines Gebiet äußerster harter Notwendigkeiten zurückgedrängt werden konnten, seit Bernhard von Langenbecks Wort, dass jede verstümmelnde Operation ein Testimonium paupertatis für den Chirurgen sei, Wirklichkeit zu werden beginnt, tat der Ehrgeiz des Chirurgen den nächsten großen Schritt zu dem nächst höhern und vielleicht höchsten Ziel: für eine bloß verstümmelnde, wegnehmende Chirurgie eine Chirurgie plastischen, schöpferischen Ersatzes zu schaffen.

Sie konnte mit gutem Rüstzeug in diesen neuen, zur Höhe führenden Weg treten. Zu einem großen Teil aus eigenen Kräften und Mitteln hatte die Chirurgie durch eine Neuaufrollung anatomischer und physiologischer Fragen eine synthetische Anatomie und Physiologie des lebenden Menschen geschaffen auf Grund ihrer Beobachtungen am lebenden Körper. Die Möglichkeit schmerzlosen Operierens hatte das Revier der Chirurgie ungeahnt erweitert und zugleich den Vorwurf von ihr genommen, dass das *Sit immisericors*, dass Grausamkeit ein notwendiges Attribut des Chirurgen sei. Der Ausbau der operativen Technik und der Operationsmethoden, der Anti- und Asepsis hatte dem Werk seiner

Hände die feste technische Basis verbürgten und bleibenden Gelingens gegeben. Diese neu heraufkommenden Probleme der plastischen Chirurgie mussten darum für den Chirurgen einen doppelten Reiz haben, weil hier seine Kunst etwas zu bilden und schaffen hatte, was die Natur nimmer und auf keine Weise selbständig zustande bringen kann, wenn nicht eine schöpferische Hand ihrem Eingreifen Ort, Ziel und Richtung gibt, weil sie von ihm neben wagemutiger Spekulation eine frei schöpfende gestaltende Phantasie verlangten und ihn als einen an lebendem, bildungsfähigem Material tätigen Künstler erscheinen ließen. Denn das macht nach Dieffenbach den wahren Chirurgen, dass er, immer neu und ewig ein erfindungsreicher Odysseus, neues zu schaffen und unter den schwierigsten Umständen ohne einen Kriegsrat die Schlacht zu gewinnen imstande sei. Wie der Maler sich selber, seine Gedanken und seine Phantasien male, so operiere auch der Chirurg sich selbst, seine Gedanken und seine Phantasien.

* * *

Die Idee der operativen Überpfropfung von Knochen- und Knorpelmaterial musste viele Etappen durchwandern, bevor der kühne Gedanke der freien Überpflanzung funktionstüchtig einheilender Gelenkabschnitte und ganzer Gelenke am lebenden Menschen spruchreif werden konnte.

In einer merkwürdigen, unsere modernen Anschauungen über operative Verpflanzung lebenswarmer Organteile oder ganzer Organe naiv paraphrasierenden Vorstellungsform treffen wir die Idee einer ähnlichen transplantativen Ersatzchirurgie bei einzelnen Naturvölkern: so erzählt Tillmanns nach den Berichten von Samson und Lesson, dass die Südseeinsulaner bei offenen, von Austrümmerung größerer Hirnmassen begleiteten Schädelbrüchen, die zertrümmerten Hirnteile entfernen und den Hirndefekt durch freie Transplantation ersetzen, indem ein Stück Gehirn eines frisch geschlachteten Tieres gleichsam als organische Hirnplombe eingepflanzt werde.

Transplantation nennt der experimentelle Biologe die Überpflanzung kleinerer oder größerer, lebender, artgleicher oder artungleicher Teile eines Körpers auf einen andern, gewisse Abarten davon auch Implantation oder Pfropfung. Die heutige experi-

mentelle und operative Chirurgie nennt Transplantation in streng biologischem Sinne nur die brückenlose Verpflanzung von lebenden, artgleichen Gewebestücken, Organteilen und ganzen Organen; aber nicht mehr die zweizeitigen Verpflanzungen mit Erhaltung von Gewebebrücken bei Haut-, Sehnen-, Muskeln- und Faszienübertragung und ebenfalls nicht die Einpflanzung von totem Material, wie ausgeglühten Knochen, metallischen oder anderen Plomben. Auch die Pfropfung lebenden *tierischen,* also artungleichen Materials auf und in den Körper des Menschen fällt nicht unter den Begriff, da dieser Ersatz im menschlichen Organismus abstirbt und nur biochemisch oder als biomechanische Prothese wirksam ist.

Die historischen Vorläufer der transplantativen Chirurgie sind jene uralten plastischen Operationen, welche den organischen Wiederersatz fehlender Teile des Gesichtes, besonders der Nase, oder die Wiederanheilung abgetrennter Nasen, Ohren und Finger bezweckten. Wir treten hier nicht allein an einen der interessantesten Ausschnitte aus der Geschichte chirurgischer Forschung und Technik überhaupt, an ein Kapitel chirurgischer Kunst, das der Entwicklung der übrigen Chirurgie um Jahrtausende vorausgeeilt ist, sondern schlagen damit ein an Merkwürdigkeiten reiches Blatt der allgemeinen Kultur- und Geistesgeschichte auf, worin sich in seltsamer Mischung kühn vorahnende biologische Spekulation und Empirie, Märchen, scherzhafte Münchhausiade und abenteuerliche Übertreibung verwoben und hineingeschrieben haben. „Forschend nach dem Ursprunge erster wissenschaftlicher Bildung," schrieb in dithyrambischer Begeisterung Carl Ferdinand Gräfe, Mitschöpfer und Mitförderer der nasenbildenden Operationsmethoden, „führt uns die frühere Geschichte der Menschheit durch die ältesten Denkmäler der Kunst, die in den Ruinen von Palibothra, die zu Goa und Konga gefunden wurden, sowie durch die uralten Daten der indischen Chronologie und durch die Ableitungen der Sprache zurück zu den Mysterien indischen Priestertums. Hier, wo die Heilkunde an Gottesverehrung eng geknüpft ihre Wiegenzeit lebte, hier verliert sich im verborgenen Innern geheiligter Tempel auch der Ursprung der Rhinoplastik." Eine besondere Kaste von Braminen, die Koomas, übten und wahrten eifersüchtig die esoterische Kunst der Nasenbildung als alleiniges

Vorrecht, das sie bei der in Indien üblichen grausamen Bestrafung von Eigentumsverbrechen mit Verstümmelungen im Gesicht oft zu üben Gelegenheit hatten.

Der indische Priesterarzt bildete die Nase durch Lappen aus der Haut der Wange und Stirne, das Ohrläppchen aus der Haut vor dem Ohre und verstand sich darauf, die Nasenscheidewand und die Lippen plastisch neuzubilden. Durch angloindische Militärärzte gelangte die Kenntnis dieses uralten Verfahrens erst im Jahre 1794 nach Europa, wo nach und neben Carl Ferdinand von Gräfe besonders Dieffenbach diese indische Methode zu ihrer heutigen Technik ausbaute. Unabhängig davon war in Italien im fünfzehnten Jahrhundert durch den sizilianischen Wundarzt Brancca und die Ärztedynastie der Bojanis die Kunst, Nasen und Lippen durch einen Wanderlappen aus der Haut des Oberarmes organisch wiederzubilden, entstanden; war dann aber nach anderthalb Jahrhunderten privilegierter Ausübung wieder in Vergessenheit geraten, bis der Bologneser Professor Tagliacozza im Jahre 1597 durch eine eingehende Schilderung der Technik der Nasenbildung aus dem Oberarm dieser italischen Methode allgemeines Bürgerrecht in der Chirurgie verschaffte und sie in so großem Umfange pflegte und übte, dass ihm die Geschichte den Ehrentitel Nasifex zulegte.

Noch größere Bedeutung für das Problem der freien Transplantation musste die Frage der Wiederanheilung gänzlich abgetrennter Körperteile haben. Auch hier trübte sich die rein objektive Beobachtung mit abenteuerlicher übertreibender Legendenbildung, wie in dem berühmten Falle Garengeots, wonach eine bei einer Rauferei abgebissene, in den Rinnstein gespieene und in den Staub getretene Nase ihrem rechtmäßigen Besitzer nach einer halben Stunde wieder angesetzt und in der Folge angeheilt wurde. Trotz zahlreicher, gut belegter Beobachtungen verhielten sich Chirurgen von der Bedeutung Billroths und von Langenbecks der Möglichkeit der Wiederanheilung gänzlich abgetrennter Körperteile gegenüber streng ablehnend. Überraschend war schon die Tat des Marburger Anatomen und Chirurgen Bünger im Jahre 1818, welcher den Versuch, eine durch Tuberkulose zerstörte Nase durch ein Stück frei dem Oberschenkel entnommener Haut neu zu bilden, gelingen sehen durfte; der größte Teil des aufgepflanzten Lappens blieb haften und heilte an. Im Tierexperiment hatte schon im

Jahre 1605 Aldrovandi Verpflanzungen des Hahnensporns auf den Kopf und Kamm des Hahnes, freilich mehr als Spielerei, erfolgreich unternommen. In bewusste wissenschaftliche Bahnen kamen solche Versuche erst durch Paul Bert, welcher 1863 Brückenlappen der Haut siamesisch aneinander gegliederter Ratten mit den Wundflächen zur Zusammenheilung bringen konnte. Chirurgisch-praktisch wurden dann solche Ergebnisse vom Genfer Chirurgen Jacques Reverdin verwendet, der kleine mit der Krummscheere abgeschnitzelte Hautstückchen auf Wunden der Haut pfropfte, und durch die segensreiche Tat des Leipziger Chirurgen Thiersch, der feinste, mit dem Rasiermesser der Oberhaut entnommene Häutchen in einer Länge von zehn und mehr Centimeter abtragen und auf großen Wundflächen zur Anheilung bringen lehrte.

Seitdem hat die freie Verpflanzung von Weichteilen — der Schleimhaut, der Hornhaut des Auges, von Teilen des Netzes und Bauchfells, Sehnen, Fascien usw. — einen raschen Siegeslauf genommen und in neuester Zeit durch die Möglichkeit, Blutgefäße aneinander zu nähen und selbst frei und sogar in Zusammenhang mit zugehörigen Organteilen und Organen zu überpflanzen, vor ein Gebiet unbegrenzter Möglichkeiten geführt

Während die an Ernährungsbrücken gebundene und auch schon die freie Transplantation von Weichteilgeweben auf eine jahrhunderte alte Geschichte zurückblickt, war gerade für die bedeutsamen Defekte der Knochen, die ja Form und Gebrauch des menschlichen Körpers am schwersten schädigen, bis vor wenigen Jahrzehnten kaum etwas geschehen. Zu Anfang und gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts wussten einige Chirurgen, wie der geniale und ideenreiche Gießener Merrem und Philipp von Walter, das bei der Trepanation des Schädels ausgestanzte Knochenrondell wieder einzupflanzen und einzuheilen.

Bernhard Heine (1836) kam auf Grund von Experimenten und operativen Erfahrungen am Menschen mit Einpflanzung nackten periostfreien Knochens zu der weiteren Erkenntnis, dass der Knochenfremdling zwar aufgelöst oder ausgestoßen würde, aber dem aus der Umgebung neu entstehenden Knochen als Modell und Stütze diene. Ihren plötzlichen großen Aufschwung und das allgemeinere praktische Interesse dankt jedoch die Idee operativer Knochenüberpflanzung einmal Langenbecks glänzenden osteoplastischen

Operationen, dann aber vor allem den klassischen experimentell-biologischen Studien Olliers, seines kongenialen französischen Zeitgenossen (1860 und 1887). Beide haben für alle Zeiten die Grundmauern zu weitern Erkenntnisfortschritten auf diesem Gebiet gelegt und den Beginn eines interessanten, fruchtbaren Streites über die biologische Rolle eingeleitet, welche die drei Bauelemente des lebenden Knochens, die Knochenhaut, das Knochengewebe und das Knochenmark bei dem Einheilungs- und Ansiedelungsprozess des Ersatzknochens übernehmen. Konnte nach Olliers Anschauung nur lebender und artgleicher Knochen lebend und wachstumsfähig mit all seinen drei Elementen einheilen, wogegen toter oder artfremder tierischer Knochen ausnahmslos aufgesogen werde oder höchstens als stützendes Schaltstück wirke, bis der Körper aus eigenen Mitteln um die Ersatzeinlage neuer Knochen gebildet habe, so sahen sich Barth und Radzimoski auf Grund sorgfältigster Tierversuche vor die Anschauung geführt, dass auch lebender *artgleicher* Einpflanzknochen gänzlich zugrunde gehe; darum sei es praktisch gleichgültig, ob man lebendes oder totes, durch längeres Einlegen in Karbolsäure, Sublimatlösung oder durch Kochen sicher abgestorbenes Ersatzmaterial verwende. Da dieses Problem nach seiner praktischen wie theoretischen Seite hin den Brennpunkt der ganzen konservativen Gliedmassen-Chirurgie bildet und nur durch Tierversuche geklärt werden kann, blieb es eines der interessantesten für den Chirurgen. Planvolle, langwierige Experimente der allerletzten Jahre, welche auch das spätere Schicksal der knöchernen Einsatzstücke ergründen halfen, brachten für die nächstgelegenen Streitpunkte dieses biologischen Rätsels die Lösung; eine Lösung, welche sowohl dem wahren Kern von Olliers Lebenswerk wie auch Hauptpunkten der Barthschen Untersuchung gerecht wurde. Dessen Satz von der histologischen Gleichwertigkeit *jedes* knöchernen, lebendigen oder toten Einpflanzungsmaterials musste zwar fallen, da sich am Menschen wie am Tiere die Überpflanzung des *lebenden, artgleichen* Knochens derjenigen von totem oder artfremdem Knochen als bedeutend überlegen herausstellte. Da auch am artgleichen, lebend eingesetzten und periostgedeckten Knochen das eigentliche Knochengewebe abstirbt und durch neues ersetzt wird, erklärt sich diese Überlegenheit nur durch die Lebenskraft von Knochenhaut und Knochen-

mark, die unter günstigen Bedingungen bei offener Berührung mit den Weichteilen der Einpflanzungsstelle tätig bleibt und ihre Aufgabe als Knochenneubildner beibehält. Wie das Gewebe des eingepflanzten Knochens abstirbt und sich auflöst, wird es von der mitüberpflanzten Knochenhaut und dem Knochenmark wie auch von den knochenbildenden Geweben des Einpflanzungslagers selbst ersetzt, das wie ein fruchtbares Erdreich das neu eingesetzte Schoss aufnimmt. Kommt der Ersatzknochen in einen Mantel knochenbildender Gewebe, etwa in einen erhalten gebliebenen Knochenhautzylinder zu liegen, so fördern die Gewebequellen des Standortes die Knochenbildung aus dem Gewebe des Fremdlings. Tritt bei Entfernung eines langen Stücks Röhrenknochen eine Unterbrechung des Knochengewebes und -hautmantels ein, muss also für einen großen Knochenabschnitt ein vollwertiger Ersatz geschaffen werden, so kommt als Knochenneubildner *nur* die Knochenhaut und das Knochenmark des eingepfropften Knochens in Betracht. Hier besteht für den praktischen Chirurgen die absolute Forderung der Überpflanzung lebenden, artgleichen und periostgedeckten Knochens. Denn toter (mazerierter oder gekochter), periostloser oder artungleicher Knochen kann eine organische Brücke niemals schlagen helfen, da ihm emsige, materialschleppende Arbeiter (die knochenbildenden Zellen von Knochenhaut und Knochenmark) ja gänzlich fehlen. Heute ist aber die operative Ausfüllung solcher Knochenlücken durch Einpfropfung von Knochen, welche meist dem gleichen Individuum entnommen werden, etwa der Vorderkante des Schienbeins oder der Außenkante der Elle, ein gesicherter Besitz des Praktikers und ein interessanter und bedeutender Zweig unserer konservierenden Gliedmassenchirurgie geworden. So ersetzte von Bergmann eine zwölf Centimeter lange Lücke im Schienbein durch ein entsprechendes Stück des Wadenbeins, das bei seiner federnden Biegsamkeit die Belastungsprobe durch das Vollgewicht des Körpers niemals zu bestehen vermocht hätte, wenn es sich nicht langsam unter dem Einflusse des funktionellen Reizes und der Belastung verdickt und in Form, Bau, äußerer und innerer Architektur zu einem Schienbein von gewöhnlicher Stärke umgeformt hätte. Ähnlich ersetzte man die zerstörten Knochenteile der Fingerglieder und der Mittelhand, wie sie so häufig und so folgenschwer bei tuberkulösen

Knochenleiden auftreten, durch periostgedeckte Schienbeinspäne, welche im Ablauf der Heilung Form und Größe der normalen Knochen annahmen. Kann am jugendlichen, wachsenden Skelett der Ersatzknochen an die eine oder gar an beide erhalten gebliebenen Wachstumszonen des Knochens angeschlossen werden, so wird das Längenwachstum von dort aus weiter besorgt, während der eingeheilte Ersatzknochen zwar nicht aus eigenen Mitteln mit in die Länge wächst, aber als organisches Schaltstück im wachsenden Knochen eingespannt bleibt.

Da die Überpflanzung des Knorpels im wesentlichen annähernd denselben biologischen Gesetzen folgt wie die Knochenpfropfung, da auch hier sich relativ große Ersatzstücke als überpflanz- und einheilbar erwiesen, und da die Knorpelhaut dieselbe schöpferische Rolle mit in das neue Lager hinübernimmt wie das Periost des Knochens, bedeutete es nur die letzte äußerste Konsequenz der freien Knochen- und Knorpelüberpflanzung von Mensch auf Mensch, als Lexer, jetzt Chirurg von Jena, an die Stelle eines knöchern versteiften Kniegelenkes ein einem eben amputierten Bein frisch und lebenswarm entnommenes Gelenk einsetzen und zu funktionstüchtiger Einheilung bringen konnte. Es war die Sensation des deutschen Chirurgen-Kongresses vom Jahre 1908, die jeder neidlos als die kühnste und größte chirurgische Idee und Tat der jüngsten Jahre empfand, als Lexer seine ersten kurzen Vorversuche und Operationen bekannt gab. Am Chirurgen-Kongress des nächsten Jahres konnte er dann ein achtzehnjähriges Mädchen vorzeigen, dem anderthalb Jahre zuvor ein ganzes neues Kniegelenk eingepflanzt worden war; es hinkte nur leicht und ging ohne Stock, das Ersatzgelenk bewegte sich ausreichend und beschwerdefrei.

Die Heilung knöchern versteifter Gelenke ist eines der subtilsten technischen Probleme der heutigen Chirurgie; eine Rekonstruktion der normalen physiologischen Verhältnisse mit ihrem wunderbar sinnreichen mechanischen Getriebe ist fast ausgeschlossen und nur ein schöpferischer Neuaufbau des Zerstörten scheint möglich. Die Versuche von Chirurgen und Orthopäden, funktionell toten Gelenken Leben und Spielfreiheit zurückzugeben und den kunstvoll operativ zurückgeholten Bewegungsgrad im Rahmen einer normalen Funktion zu fixieren, sind zwar mannigfach.

Sie bestehen in einfacher Trennung der narbigen oder knöchernen Verwachsungsbrücke zwischen den beiden Gelenkenden, in Entfernung des ganzen Gelenkes mit Hilfe bogen- oder keilförmiger Einschnitte, in Schaffung von sogenannten falschen Gelenken in dichtester Nähe der von der Hand des Operateurs verschont gelassenen Versteifungsstelle, endlich in Zwischenschaltung von totem, organischem und anorganischem Material — ich nenne hier nur die von Payr versuchten Gelenkinterthesen aus metallischem Magnesium oder aus Zelluloid — oder schließlich in Einlegung von lebenden, frei überpflanzten Faszienflicken oder gestielten Lappen, welche aus Faszie und Muskeln der Umgebung gebildet und herübergeschlagen werden. Diese Puffer- und Schaltstücke sollen ein Wiederverwachsen der frisch gelösten Gelenkenden verhindern und als weiches Puffergewebe ein freies Gelenkspiel wieder möglich machen. Die Forderung, die neu zu schaffende Gelenkform möglichst normal zu gestalten, keine allzugroße geometrische Inkongruenz der beiden gegeneinander spielenden Gelenkflächen zu schaffen und gleichzeitig Gelenkknorpel als adäquates biologisches Ersatzmaterial dazwischen zu lagern, hatte Lexer zur operativen Überpflanzung von halben und Vollgelenken von Mensch auf Mensch geführt. Als glänzendster technischer Triumph stehen die belastungsfähig und beweglich eingeheilten Kniegelenke allem andern voran.

* * *

Die Technik dieser Operationen ist ungemein schwierig; von ihr und der mühevollen, geduldigen Nachbehandlung hängt der schwer zu erkämpfende Erfolg ab. — Das alte Gelenk muss, damit die künftige Hautnaht nirgends über eingepflanzte Teile zu liegen kommt und nirgends Zulasspforten für eine nachträgliche Wundinfektion sich öffnen können, durch große, in weitem Bogen herumgeführte Lappenschnitte freigelegt werden. Das allein ist schon mühevoller als eine übliche Gelenkentfernung; denn würde es an leicht zu übersehenden, durch die Esmarchsche Binde blutleer gemachten Geweben ausgeführt, so würde die nachträgliche Blutansammlung die sofortige Wiederanschmiegung der Weichteilmatrix an das Ersatzgelenk hindern. Die Knochenenden des Gelenkdefektes verlangen bei der nun folgenden Herausnahme des versteiften Gelenkes eine geradlinige senkrecht zur Knochen-

längsachse geführte Anfrischung, welche einzig eine genaue Einpassung der Ersatzstücke ermöglicht. — Der Erfolg des Verfahrens steht oder fällt mit der Frage nach Art, Herkunft und Beschaffenheit des einzupflanzenden Ersatzmaterials. Selbstverständlich ist, dass niemals Ersatzgelenke Gliedern entnommen werden dürfen, welche eine Übertragung akuter oder chronischer Infektionen und bösartiger Geschwülste befürchten lassen. Man nimmt die Ersatzstücke am besten von frisch amputierten Gliedern bei schweren Verletzungen oder bei trockenem Gliederbrand nach Verkalkung und Verschluss der Arterienbahn. Die ausgelesenen Gelenkabschnitte müssen sorgfältig von Weichgewebefetzen, Bänder- und Sehnenansätzen, Fett und Muskeln befreit werden, aber immer unter peinlicher Schonung der Knochenhaut, die allein das Eigenleben des Einsatzstückes im neuen Erdreich bedingt. In den Kerben, welche die Knochenhaut bei der Abrindung der Sehnen und Muskelansätze bekommt, ankern sich die Weichgewebe des Einsatzbettes fest und schlagen Wurzeln und organische Gewebebrücken zu dem eingesetzten Fremdling hinüber; so besorgen sie seine organische Einschaltung in die ernährende Gefäßbahn. Die Binnenbänder und Zwischenknorpel, die Kreuzbänder und Menisken werden in das neue Bett herübergenommen und schaffen sich rasch neue Ernährungszuwege aus den Weichteilen des Mutterbodens. Ist *nur ein* Gelenkende, etwa das Unterschenkelende des Kniegelenkes zu ersetzen, so kann die ganze Oberhälfte des Schienbeins mitüberpflanzt werden. Beim Ersatz ganzer Vollgelenke werden die kongruenten Gelenkscheiben in ein bis zwei Fingerdicke eingefügt. Die Mitverpflanzung der feinen Gelenkinnenhaut, der sogenannten Synovialis, wie auch ihre künstliche Neubildung mit Hilfe frisch überpflanzten Bauchfells haben sich nicht bewährt, da sie das Anlegen der Nahrungsvermittler, der Weichgewebe des Bettes, hinderten, im weiteren Verlaufe schwielige Narbenschwarten bildeten, welche nachträglich das Gelenk wieder versteiften und so den Operationserfolg zunichte machten. Die Befestigung der lebenswarmen Ersatzstücke wird ohne Verwendung körperfremden Materials besorgt: halbe Gelenkenden werden in den Knochen des Mutterbodens eingekeilt oder mit Hilfe eines Stückes Wadenbein damit verbolzt, ganze Gelenke fügen sich ohne jede Befestigung leicht in den Defekt. Während das Spiel des

Gelenkes aktiv und passiv in steigender Breite sechs Wochen nach der Operation freigegeben werden kann, darf an den statischen Gelenken der Unterextremität die Belastung nicht vor Ablauf von sechs bis neun Monaten gewagt werden; hauptsächlich des mitverpflanzten Gelenkknorpels wegen, der bei verfrühten Belastungsproben unter Bildung flacher Gruben einschmilzt, etwa wie Schnee unter dem Einflusse des Tauwetters.

Gelenkverpflanzungen an Kaninchen lehrten, dass die Einheilung der Gewebe genau den Vorgängen bei Knochenverpflanzungen entspricht. Das funktionelle Ergebnis war in einzelnen Fällen so ausgezeichnet und so harmonisch, dass die Unterscheidung des Ersatzgelenkes von einem natürlichen kaum mehr gelingt. Auch hier gehen die Knochenzellen zugrunde, während die schöpferischen Gewebe, Knochenhaut und Knochenmark, lebend bleiben und weiterarbeiten. Der Knorpelbelag der Ersatzstücke bleibt in seinen tiefen Schichten stets erhalten, während die oberflächlichen Lagen stellenweise abwitterten.

Gegenüber den Tierversuchen stehen die Operationen am Menschen, welche jene nach Größe, Umfang und Anheilungsforderung an die Natur hundertfach übertreffen, funktionell nur wenig zurück, wovon mich Beobachtungen in der Lexerschen Klinik überzeugten. Bei einem zwanzigjährigen Mädchen, dem man vor zweieinhalb Jahren die durch schwere Eiterung versteiften beiden Kniegelenkenden ersetzt hatte, fand sich völlige Sicherheit im Gehen und Beugefähigkeit bis nahe zum rechten Winkel, ein genügender Beweis, dass das eingesetzte Gelenk dauernd die einmal erreichte schmerzlose Beweglichkeit beibehält. Ein anderer Patient, dem man wegen einer bösartigen Geschwulst das obere Schienbeinende in einer Länge von zehn Centimeter entfernt und durch ein entsprechendes Stück aus einem Amputationsbein ersetzt hatte, zeigte acht Monate nachher freie Beweglichkeit. Dann hatte ich das Glück, im Februar vorigen Jahres an der Küttnerschen Klinik in Breslau einer Gelenküberpflanzung beizuwohnen: einem einunddreißigjährigen Manne wurde das ganze obere Drittel des Oberschenkelknochens mit dem Gelenkkopf wegen einer bösartigen Knorpelgeschwulst entfernt und die Lücke aus Leichenknochen gedeckt; das Ersatzstück war elf Stunden nach dem Tode unter allen aseptischen Kautelen entnommen und elf Stunden lang in

Kochsalzlösung mit Chloroformzusatz bis zum Moment der Operation aufbewahrt worden; die Einheilung erfolgte ohne jede Störung.

* * *

Die Erfahrungen beweisen also, dass der Ersatz *halber* Gelenke glückt, und dass wir dazu überall, wo nach Verletzung oder Operation *eine* Gelenkhälfte verloren gegangen ist, berechtigt sind; dass weiterhin die Überpflanzung beider Gelenkenden gleichfalls gelingt. Die Ersatzgelenke der Lexerschen Fälle zeigen in Röntgenaufnahmen glatte Gelenkflächen und knöcherne Anheilung. Sie beweisen ferner, daß auch die Übertragung des *ganzen* Gelenkapparates einschließlich der uneröffneten Kapsel trotz erweiterter Ansprüche an Heilung möglich ist. Ja, es besteht die noch kühnere Aussicht, dass bei Einpflanzung kindlicher Gelenke unter Mitnahme der knorpeligen Wachstumszonen das Längenwachstum auch im neuen Träger an der neuen Pflanzstätte wieder aufgenommen werden kann.

Aber trotz dieses verheißungsvollen Auftaktes wird der Gelenküberpflanzung in allernächster Zeit noch kein stürmischer Siegeszug in die chirurgische Praxis vergönnt sein. Aus verschiedenen und sehr triftigen Gründen. Geeignetes, lebenswarmes Einpflanzungsmaterial ist nur schwer erhältlich in einer Zeit, welche die Notwendigkeit verstümmelnder Gliederabtrennungen auf ein so enges Gebiet eingrenzen durfte. Dass Lexer an der Königsberger Klinik in reichem Maße Ersatzgelenke gewinnen konnte, hängt mit der Eigenart der ihm aus Ostpreußen und den russischen Grenzdistrikten zufließenden Kranken zusammen; der Alkoholismus richtet hier an jugendlichen Körpern so tiefgreifende Verwüstungen an, dass der trockene Gliederbrand, der uns das beste Ersatzmaterial gibt, überaus häufig auftritt. Es drängt sich daher die Frage auf, ob sich nicht frisches, keimfreies Leichenmaterial für die Gelenkpfropfung eigne. Systematische Untersuchungen ergeben, dass Knochen und Gelenke in der Regel bis vierundzwanzig Stunden nach dem Tode noch steril bleiben. Küttner hat, wie schon gesagt, den Versuch zum Ersatz des Hüftgelenkkopfes mit Glück gewagt; bleibt sein Erfolg dauernd, so wird sich erst die Verpflanzung menschlicher Ersatzgelenke freie Bahn brechen und ein segensreiches Feld erobern; ist doch das Hüftgelenk zum Beispiel überhaupt nur aus der Leiche zu ersetzen.

Die mit nahe lauernden Ansteckungsgefahren verbundene Entnahme eines Gelenkteiles aus der Leiche verlangt allerdings alle Vorsichtsmaßregeln einer modernen aseptischen Operation. Gegen die Einpfropfung frischer Leichengelenke sträubt sich heute auch noch das Gefühl des Laien, teils aus missverstandener Pietät, teils aus religiösen Gründen; strenggläubige Patienten fürchteten nämlich durch Einsetzung von Ersatzgelenken, welche Andersgläubigen entstammten, eine Gefährdung ihrer himmlischen Seligkeit.

Die Transplantation stellt noch in einem anderen Sinne eine Luxuschirurgie dar. Die mühevolle Nachbehandlung, in welche sich oft schwierige nachträgliche Operationen an Muskeln und Sehnen hineinschieben, dehnt sich oft auf ein bis zwei Jahre aus, und das dürfen wir nur einer bestimmten Alters- und Berufsauslese unserer Patienten zumuten. Einem auf rasches Wiederverdienen angewiesenen Arbeiter ist auch heute noch mit der einfachen, ihn bald wieder geh- und arbeitsfähig machenden Gelenkentfernung besser gedient als mit kunstvollen, aber äußerst subtilen Ersatzgelenken.

Selbst das schönst eingeheilte Ersatzgelenk mit passiv normal spielendem Mechanismus muss ein totes, unnützes, bald wieder der Verödung und damit dem funktionellen Ruin anheimfallendes Gebilde bleiben, wenn die Muskeln durch schwielig-narbige Umwandlung oder Schwund träge und lahm geworden sind, wenn narbige Schrumpfung und Einpackung ihr geschmeidiges Spielen sperrt und hindert. Die Grundleiden, welche einst den funktionellen Tod des Gelenkes herbeigeführt haben, hinterlassen an diesen empfindlichen Gebilden meist so folgenschwere Zerstörung und Entartung, dass wir selbst bei idealem anatomischem Heilergebnis niemals Gelenke mit voller Spielfreiheit erwarten dürfen. Denn nur die Möglichkeit aktiver Bewegung macht ein passiv gut bewegliches Ersatzgelenk lebendig und wertvoll. Zum anatomischen schöpferischen Neuaufbau des Gelenkes muss darum auch seine physiologische Wiederbelebung treten, was oft nur durch mühevolle plastische Operationen an Muskeln, Sehnen und Faszien zu erreichen ist. Diese Operationen in ihrem physiologisch-mechanischen Schlussergebnis voraus zu berechnen, gehört aber zu den schwierigsten Problemen der modernen Chirurgie.

Und dann erhalten diese Ersatzgelenke niemals normalen

Anschluss an die Nervenkabel und an die eigentliche lebensregulierende nervöse Zentralstation, wo alle Funktionen des Lebens verwaltet werden. Und da Leben recht eigentlich Nervenverbindung ist, muss ein *voller* Erfolg schon darum fast als Utopie erscheinen. Die Technik ist weder einfach noch leicht und nur sehr geschulter chirurgischer Hand zugänglich; in jedem Einzelfalle muss man sich von einer sorgfältigen muskelphysiologischen Analyse leiten lassen. Aber obgleich die Enderfolge heute noch nicht kritisch überblickbar sind, wird Lexers kühner Intuition doch eine weite Zukunft winken. Das eine ist ja heute schon erreicht: die halben Erfolge der Verpflanzung bieten uns schon Vollkommeneres als alle andern Versuche operativer Wiederbelebung versteifter Gelenke. Nur auf dem Boden vertiefter biologischer Erkenntnis, auf dem die heutige transplantative Chirurgie aufgekeimt ist, wird Blüte und Frucht weiter gedeihen können.

Die biologische Anpassung des Gelenkfremdlings ist eines der geheimnisvollsten und tiefsten Wunder, die der Chirurg sich vollziehen sieht. Wie groß und wunderbar die Leistung der Natur bei diesen gewaltigen Transplantationen sein muss, zeigt ein durch spätere Amputation gewonnenes Präparat einer halben Kniegelenküberpflanzung Lexers: das in das Schienbein fest eingekeilte Ersatzstück, das ein volles Drittel des Schienbeins samt der ganzen Gelenkfläche umfasst, geht nahtlos und ohne sichtbare Grenzen, wie eingegossen, in die Knochensubstanz des Empfängers über.

Das Schicksal der lebenswarm eingepflanzten Gelenke wird durch die Gewebeumgebung der Empfangsstelle bestimmt: die physikalischen und chemotaktischen Daseinsbedingungen müssen denjenigen des Ursprungsortes entsprechen; die Zellen müssen Anschluss an solche gleicher Art und gleicher Tätigkeit finden. Eines besonders ist unerlässlich: die verpflanzten Teile müssen von Anbeginn die ihnen bestimmte Funktion betätigen können, mit andern Worten, der Chirurg treibt hier und muss überall eine *funktionelle* Transplantation treiben, die Pfropfstücke an gleichsinnig funktionierende Teile anschließen. „Wo ein Teil eines Organismus die altgewohnten Lebensbedingungen wiederfindet, in den gewohnten Arbeits- und Tätigkeitskreis eingeschlossen wird, kann er sich erhalten, gleichgültig auf welchem Individuum“ (Roux).

ZÜRICH KARL W. E. HENSCHEN