

Plastische und Wiederherstellungschirurgie

40. A. Berghaus, M. Handrock (Berlin): Fibrinvernetzte Knorpel- und Kunststoffspäne zur Ohrmuschelrekonstruktion

Shavings of Cartilage and Synthetic Material Reinforced with Fibrin for Reconstruction of the External Ear

Summary. In reconstruction of the external ear, a transplant possessing a high degree of form stability and tolerance is required. Investigations were performed to determine whether these requirements were met by a mixture of grated preserved cartilage and coagulable plasma protein, which was given the form of a auricle by being pressed into a silicone mold. Such reproductions have a stabile form, and histology shows a dense interconnection between the cartilage fragments and fibrin. However, following implantation in guinea pigs and rats, there is lysis of the fibrin, resorption of the cartilage and organization, leading to a loss of structure. If shavings of porous polyethylene are used instead of cartilage, the stability of the molded forms is clearly increased. After 35 days, histological examination of these transplants showed them to be firmly embedded in the connective tissue. The macroscopic form and consistence were also preserved.

Zusammenfassung. Bei der Ohrmuschelrekonstruktion werden vom Transplantat hohe Formbeständigkeit und gute Verträglichkeit verlangt. Es wurde untersucht, ob diese Forderungen von einem Gemisch aus geraspelttem, konserviertem Knorpel und gerinnungsaktivem Plasmaprotein erfüllt werden, dem durch Einpressen in eine Silikonform die Gestalt einer Ohrmuschel gegeben wurde. Solche Nachbildungen sind formstabil und zeigen histologisch einen dichten Verbund zwischen Knorpelfragmenten und Fibrin. Nach Implantation bei Meerschweinchen und Ratten findet jedoch nach Tagen bis Wochen eine Lysis des Fibrins, Knorpelresorption und Organisation statt, die zum Verlust der Struktur führt. Werden statt Knorpel Kunststoffspäne aus porösem Polyäthylen verwendet, läßt sich die Festigkeit der gepreßten Formen aber deutlich erhöhen. Die histologische Untersuchung dieser Transplantate zeigte nach 35 Tagen eine stabile Einbettung im Bindegewebe, makroskopisch blieben Form und Konsistenz erhalten.

Die Rekonstruktion eines so kompliziert geformten knorpeligen Gebildes wie der Ohrmuschel verlangt vom Implantat, das als Gerüst dienen soll, hohe Konturgenauigkeit, dauerhafte Formstabilität und gute Gewebeverträglichkeit.

Die meisten bislang bekannten Verfahren führen nur zu einem teilweise befriedigenden Ergebnis. Wird dabei autochthoner Rippenknorpel verwendet, muß ein Zweiteingriff am Rippenbogen in Kauf genommen werden [1, 8, 9]. Die Langzeitergebnisse sind überdies häufig durch Resorption oder Deformierung des Transplantates beeinträchtigt [8]. Wir haben untersucht, ob sich durch Vernetzung von Knorpel- oder Kunststoffpartikeln Implantate herstellen ließen, die die genannten Forderungen besser erfüllen. Dazu wurde zunächst ein Wachsmo­dell und dann ein Negativabdruck davon aus Silikon angefertigt. In diese Silikonform gaben wir eine Suspension von gemahlenem, Cialit-konser­viertem Knorpel in einer Fibrinogen-Faktor XIII-Lösung, die durch Zugabe von Calcium und Thrombin unter Druck bei 37° C zur Gerinnung gebracht wurde. Aprotinin wurde zum Schutz vor Fibrinolyse zugesetzt, in einigen Fällen auch Antibiotika¹.

Zur Erzielung einer maximalen Clotfestigkeit legten wir die von Lindner et al. (1980) ermittelten Werte für die Konzentration der einzelnen Faktoren zugrunde [6]. Dabei entstehen stabile Nachbildungen der Wachsmo­delle. Für den Tierversuch genügten Quader mit 1 × 1 × 0,5 cm Kantenlänge. Wir haben insgesamt 40 Transplantate unter die Bauchhaut von Meerschweinchen und Ratten verpflanzt und nach max. 2¹/₂ Monaten histologisch und rasterelektronmikroskopisch untersucht.

Vor der Implantation zeigen die Gebilde dabei einen dichten Verbund zwischen Knorpelfragmenten und Fibrin. Meist tritt jedoch schon nach 2–5 Tagen im Randbereich des Implantates eine Auflösung des Fibringerü­stes mit Dissoziation der Knorpelstücke ein. Es folgt eine mehr und mehr zellige Reaktion des Transplantatlagers mit Lymphozyten, Plasmazellen und Makro­phagen, die das Fibrin phagozytieren. Nach 8–10 Tagen ist zunehmende Einsprossung eines Organisationsgewebes mit Histiozyten und beginnender Knorpelresorption zu erkennen. Nach 40 Tagen kann ein solches Transplantat von Organisationsgewebe völlig durchbaut sein. Nach 60–70 Tagen fanden wir meist nur noch eine faserreiche, palpatorisch kaum erfaßbare Narbe, in der Knorpel, oft bis auf kleine Fragmente in Resorption, kaum noch nachweisbar war. In Einzelfällen kam es auch zur Ausbildung einer mit nekrotischem Zelldetritus angefüllten Kapsel.

Der rapide Abbau mag zum Teil dadurch begünstigt worden sein, daß wir uns mit humanem Fibrin und humanem Knorpel beim Tier im ungünstigen xenogenen System befunden haben, andererseits scheint die starke Zerkleinerung des Knorpels, die für die beschriebene Technik unverzichtbar ist, die Resorption zu beschleunigen, wie dies von Brown et al. (1980) auch für allogenen Knorpel nachgewiesen wurde [2]. Bei unseren Kontrollversuchen mit zerkleinertem autochthonem und allogenen Knorpel am Kaninchen waren die Ergebnisse nicht besser. Außer der Resorption traten bei neun Tieren Hautnekrosen, in sieben Fällen Abstoßung des Implantates, bei sechs Tieren ein

¹ Zur Anwendung kamen: Fibrogammin (F XIII-Konzentrat); Humanfibrinogen; Antagosan; Thrombin, alle Behringwerke; Fibrinkleber Human Immuno, Immuno GmbH. Vibravenös, Refobacin, Mandokef. Wir danken Herrn Dr. Kohtz, Behringwerke AG, Kontor Berlin, für seine stets wertvolle und engagierte Unterstützung

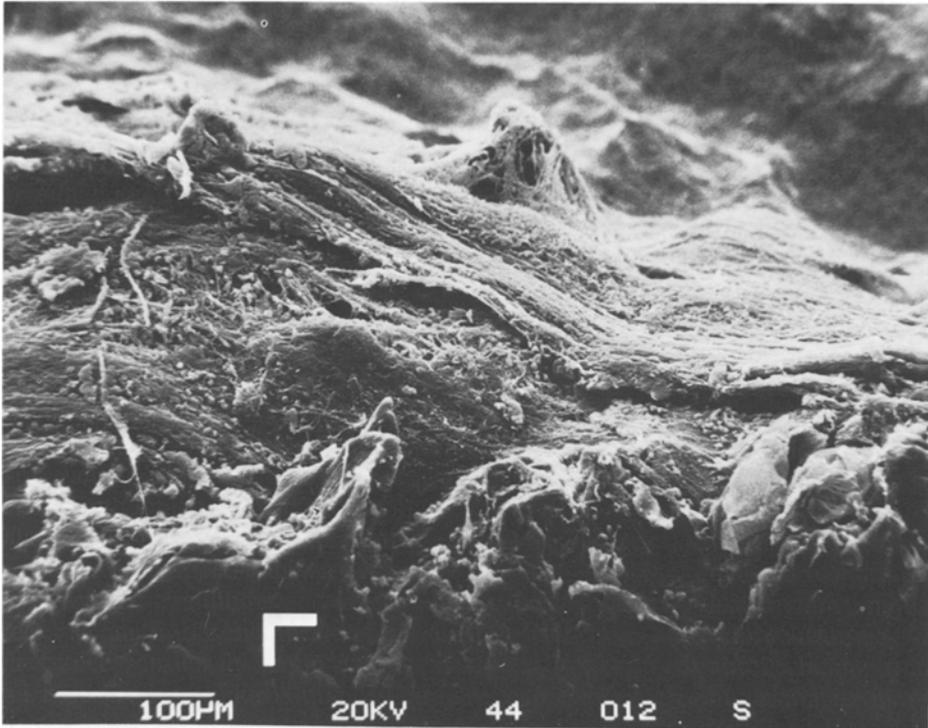


Abb. 1. Einbettung von Kunststoffpartikeln (*Pfeil*) in Bindegewebsfasern. Rasterelektronenmikroskop, ca. 160fach

Serom im Wundbereich und bei drei Tieren ein Infekt auf. Sieben Tiere starben zwischen dem 3. und 23. Tag.

Angesichts dieser Ergebnisse haben wir nach einer anderen, stabilen Komponente anstelle des Knorpels gesucht und uns für ein poröses Polyäthylen mit der Kurzbezeichnung PHDPE² entschieden, dessen gute Gewebeverträglichkeit uns aus früheren Untersuchungen an unserer Klinik bereits bekannt war [4. 5]. Mit diesem Kunststoff haben wir ebenfalls Ohrmuschelformen hergestellt, indem wir Späne davon in Fibrinogen-F-XIII-Lösung getränkt und dann in einer Silikonform nach Zugabe von Calcium und Thrombin bei 37° C gepreßt haben.

Vor Implantation zeigen auch die so hergestellten Ohrmuschel-„Endoprothesen“ histologisch und rasterelektronenmikroskopisch eine stabile Vernetzung der Kunststoffstücke durch Fibrin. Palpatorisch sind sie wesentlich härter als die mit Knorpel angefertigten, möglicherweise als Folge besserer Verklebung wegen der Porosität des Materials. Wir haben zehn derartige Implantate bei Ratten unter die Bauchhaut verpflanzt und nachuntersucht. Nach 35 Tagen erkennt man die Einbettung der Kunststofffragmente in ein stabiles Bindegewebsgerüst, dessen Fasern bis in die Fugen des Kunststoffs hineinziehen

2 PHDPE-Porous High Density Polyethylene; Hersteller: Fa. Hoechst



Abb. 2. Mit Fibrin in Form gepreßte Ohrmuschelendoprothese aus Dacron-Netz

(Abb. 1). Als Ausdruck der schweren Resorbierbarkeit des Materials findet man zahlreiche Fremdkörperriesenzellen. Die Implantate hatten ihre ursprüngliche Form behalten und waren von fester Konsistenz. Die Verankerung des Kunststoffes in Faserzügen von Bindegewebe macht ein späteres Verrutschen der Fragmente wenig wahrscheinlich. Hautnekrosen, Abstoßung, Infekte oder Serome haben wir bei den von uns operierten Tieren nicht gesehen.

Wir untersuchen z. Z., ob ein zusammenhängendes Kunststoffnetz anstelle der Späne ein theoretisch nach längerer Beobachtungszeit noch mögliches Auseinanderweichen der Kunststoffartikel und damit einen Formverlust noch sicherer verhindert. Ein solches Netz steht uns derzeit aus PHDPE nicht zur Verfügung; es kann aber an einem Dacron-Netz gezeigt werden, daß unter Verwendung von gerinnbarem Plasmaprotein gepreßte Ohrmuschelendoprothesen aus Kunststoffnetzen ebenfalls exakt dem gewünschten Modell gleichen (Abb. 2). Die Beobachtungszeit der im Tierversuch befindlichen Implantate dieser Art ist jedoch für eine Beurteilung noch zu kurz.

Diskussion

Das von uns vorgeschlagene Verfahren zur Herstellung von Ohrmuschel-, „Endoprothesen“ verspricht bei Verwendung von zerkleinertem, konserviertem Knorpel nicht den gewünschten Erfolg. Andererseits können die Ergebnisse bei Verwendung von bestimmten Kunststoffen wie porösem Polyäthylen wesentlich günstiger beurteilt werden. Als Vorteile einer solchen Endoprothese aus fibrinvernetztem Kunststoff sehen wir folgende: Es sind alle Komponenten steril verfügbar; jede gewünschte Form läßt sich herstellen. Der Zeitaufwand ist dabei gering, ein Zweiteingriff nicht erforderlich. Die Gewebeverträglichkeit besonders des PHDPE ist offenbar gut, das Resorptionsrisiko gering. Vor allem bei Verwendung eines präformierten Kunststoffnetzes kann eine hohe Verwindungssteifigkeit auch langfristig erwartet werden, die allerdings sicherlich von der Art des Kunststoffes abhängig sein wird.

Die genannten Vorteile ermutigen uns zu weiterer Arbeit an der Verbesserung des Verfahrens.

Literatur

1. Brent BC (1980) The correction of microtia with autogenous cartilage grafts: II. atypical and complex deformities. *Plast Reconstr Surg* 66: 13–21
2. Brown BL, Kern EB, Neel HB (1980) Transplantation of fresh allografts (homografts) of crushed and uncrushed cartilage and bone: a 1-year analysis in rabbits. *Laryngoscope* 90: 1521–1533
3. Draf W (1980) Erfahrungen mit der Technik der Fibrinklebung in der Hals-Nasen-Ohren-Chirurgie. *Laryngol Rhinol Otol* (Stuttg) 59: 99–107
4. Handrock C (1979) Tierexperimentelle Untersuchungen über die Verwendbarkeit eines neuen porösen Polyäthylens im Mittelohr. Inaug Diss Berlin; 57 S
5. Handrock M, Mulch G, Handrock C (1979) The applicability of porous polyethylene for tympanoplasty. An animal experimental study. *Arch Otorhinolaryngol* 224: 193–206
6. Lindner A, Elliott M, Holzer F (1980) Die Optimierung des Fibrinogen-Thrombin-Klebesystems. *Wien Klin Wochenschr* (Beilage) 92: 4–9
7. Peer LA (1948) Reconstruction of the auricle with diced cartilage grafts in a vitallium ear mold. *Plast Reconstr Surg* 5: 653–666
8. Spina V, Kanakura L, Psillakis JM (1971) Total reconstruction of the ear in congenital microtia. *Plast Reconstr Surg* 48: 349–357
9. Tanzer RC (1978) Microtia. *Clin Plast Surg* 5: 317–336

G. Schlöndorff (Aachen): Wir kennen den großen Aufwand anlässlich des operativen Aufbaus einer Ohrmuschel. Ist das Risiko der Kunststoffabstoßung – wir alle kennen die problematischen Langzeitergebnisse – nicht größer als die „Belastung“ durch die Rippenknorpelentnahme bei vorsichtiger Technik und das Schnitzen eines Ohrmuschelgerüsts aus körpereigener Rippe?

H. Masing (Erlangen): Die Resorptionsquote bei der Implantation von kleinen Knorpelchips ist bekannt. Wir verwenden deswegen ein oder zwei große Knorpelstücke aus der Knorpelbank, die maßgerecht als Ohrknorpelprothese zugeschnitten werden. Welche Resorptionsquote haben Sie bei großen Knorpelimplantaten gesehen?

K. W. Hommerich (Berlin): Nach den von dem Vortragenden gezeigten Diapositiven ist der Mißerfolg bei den zur Ohrmuschelrekonstruktion vorgenommenen Tierversuchen in einer chronischen Abstoßungsreaktion zu suchen. Für diese Annahme spricht die Anwesenheit der demonstrierten Zellpopulationen in dem histologischen Schnitt, nämlich immunkompetenter Zellen und Abraumzellen. In wie weit die Resorption des verpflanzten Knorpels auf die Vergrößerung der Oberfläche nach der Knorpelverkleinerung zurückgeht – wie Herr Masing als Teilfaktor annimmt – vermag ich nicht sicher zu beurteilen; die gute Verwendbarkeit von Knorpelstückchen, die mit Fibrinkleber zusammengesetzt worden sind, wie das von Herrn Schobel demonstriert worden ist, spricht eher gegen diese Annahme. Der Mißerfolg liegt vielmehr in der Versuchsanordnung, wobei mit humanem Bankknorpel im Tierversuch gearbeitet wurde.

A. Berghaus (Berlin), Schlußwort: Zur Frage von Herrn Schlöndorff: Ohne Zweifel muß abgewartet werden, welche weiteren Erfahrungen wir mit der Verträglichkeit des Kunststoffs im Organismus machen; bisher haben wir allerdings noch keine Komplikationen bei unseren Versuchstieren gesehen. Bezüglich des Operationsrisikos einer Rippenknorpelentnahme glaube ich aber, daß es allgemein etwas zu gering eingeschätzt wird. Bei Durchsicht der Literatur wird dieser Eindruck etwas korrigiert; so berichtet V. Spina 1971 nicht nur über sieben Fälle von Pneumothorax unter etwa 50 Eingriffen, sondern auch über den Exitus eines 6jährigen Kindes durch Pneumonie. Der gleiche Autor – und damit komme ich zu den Bemerkungen von Herrn Masing und Herrn Hommerich – beschreibt zwei Fälle von totaler Resorption seiner Transplantate aus autogenem, kompaktem Knorpel. Das heißt, daß auch große Knorpelstücke – sogar autogene – resorbiert werden können, nur langsamer als kleine, weil die Zerkleinerung eine Oberflächenvergrößerung bedeutet. Wir haben nicht gelehrt, daß das xenogene System für unsere Versuche eine ungünstige Voraussetzung dargestellt hat; aber Kontrolluntersuchungen mit autogenem und allogenen Knorpel am Kaninchen, wobei die Fragmente bewußt größer gelassen wurden, erbrachten ja bei diesem

Verfahren auch kein besseres Ergebnis. Und eben deshalb, weil die Verwendung von Knorpel bei diesem Verfahren überhaupt problematisch scheint, sind wir auf Kunststoff ausgewichen; ganz abgesehen davon, daß diese Endoprothesen doch unter anderem die Entnahme von autogenem Knorpel überflüssig machen sollen.

41. H. Weerda (Freiburg i. Br.): Bemerkungen zur Chirurgie der Ohrmuschel-mißbildung*¹

Remarks on the Surgery of Auricle Deformities

Summary. Examples of the surgery of lobule and cup ear are given. We demonstrate the methods to reconstruct different types of the microtic ears with flaps of the surrounding using carved frames of rib cartilage as support.

Zusammenfassung. Es wird die von Tanzer (1974) angegebene Methode zur Tassenohr-Rekonstruktion beschrieben. Eigene Methoden zur Rekonstruktion des Miniohres, des stark deformierten Tassenohres und der Mikrotie mit gestielten Lappen werden demonstriert.

Der Begriff „Mißbildung“ umfaßt leichte Deformitäten, Stellungsanomalien (Dystopien), schwere Veränderungen des Reliefs (Dysplasien) und Mißbildungen wie die Mikrotie oder die Anotie. Auf leichte Mißbildungen wie Lobulusdysplasie, Makrotie oder fehlende Helixausformung wird hier nicht eingegangen¹. Ich möchte hier lediglich die schweren Ohrmuscheldeformitäten besprechen.

1. *Dystopie, Dysplasie und keilförmiger Defekt*

Bei einem 11jährigen Jungen fanden wir eine etwas zu große, etwas zu tief stehende, abstehende Ohrmuschel. Außerdem zeigte die Ohrmuschel einen keilförmigen Defekt.

Durch eine Z-Plastik und eine Anthelixplastik (Weerda 1979) konnte der Defekt ausgeglichen, das Ohr etwas verkleinert und gleichzeitig angelegt werden.

2. *Das Tassenohr*

Bei dieser Form der Mißbildung handelt es sich um eine Deformation des oberen Ohrmuschelteils, bei leichteren Formen findet sich nur eine überhängende Helix, bei schwereren Formen klappt der obere Ohrmuschelteil nach unten. Des weiteren kann es zu Absenkungen des Ohrmuschelansatzes

* Prof. Dr. F. Zöllner zum 80. Geburtstag gewidmet
1 Veröffentlichung in *Laryngol Rhinol Otol* (Stuttg)