Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie

Ein Jahrbuch

Herausgegeben von Karl Schuchardt

Band XXI

Grundlagen, Entwicklung und Fortschritte der Mund-, Kiefer- und Gesichts-Chirurgie

25 Jahre Deutsche Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

Herausgegeben von Karl Schuchardt
und Gerhard Pfeifer
Redaktion Norbert Schwenzer

Sonderdruck

Nachdruck nur mit Genehmigung
des Verlages gestattet

Georg Thieme Verlag Stuttgart

5. Nach Ablauf der ersten 8 Wochen ist also nicht die Osteosynthesestelle zwischen Stumpf und Transplantat, sondern das Transplantat selbst in seinen mittleren Abschnitten ein Ort verminderter, mechanischer Resistenz. Demzufolge ist es erforderlich, ein Rippentransplantat auf seiner ganzen Länge durch eine Osteosyntheseplatte zu stabilisieren, bis der Umbau im gesamten Transplantat vonstatten gegangen ist. Dieser Zeitraum ist bei großen defektüberbrückenden Transplantaten mit 6–8 Monaten anzusetzen. Nur bei kleinen Transplantaten von 5–10 mm Länge ist mit einem schnellen Durchbau im Sinne einer primären Frakturheilung von 6–8 Wochen zu rechnen.

Zusammenfassung

Durch Plattenosteosynthese stabilisierte autologe Rippentransplantate unterschiedlicher Länge (5–50 mm) wurden bis zu 8 Wochen nach Verpflanzung im Tierexperiment untersucht. Transplantate bis zu 5 mm Länge werden bei voller Erhaltung ihrer Vitalität zwischen den Stümpfen eingebaut. Bei größeren Transplantaten (von 20–50mm) läuft der Durchbau des Osteosynthesespaltes in gleicher Weise und Zeitfolge ab wie bei den Erstgenannten. Die ungestörte Vitalität beschränkt sich jedoch auf die unmittelbare Spaltnähe. Weiter entfernt vom Spalt liegende Anteile des Transplantates zeigen regressive Veränderungen. Fehlt die axiale Kompression, so kommt es im Osteosynthesespalt zum Einwachsen von Bindegewebe an Stelle von Osteoid, zur Resorption an den Stumpfenden und zum Ausbleiben einer frühzeitigen Konsolidierung.

Literatur

Billroth, G. A. T.: Osteoplastische Resectionen des Unterkiefers nach eigener Methode. Langenbecks Arch. klin. Chir. 2 (1862) 651

Edgerton, M. T., R. T. de Vito: Reconstructive surgery in treatment of oral, pharyngeal and mandibular tumors. In: Reconstructive Plastic Surgery, Bd. III/25, hrsg. von J. M. Converse. Saunders, Philadelphia 1968 (S. 963)

Hutschenreuter, P.: Beschleunigte Einheilung von allogenen Knochentransplantaten durch Präsensibilisierung des Empfängers und stabile Osteosynthese. Langenbecks Arch. Chir. 331 (1972) 321

Kämmerer, H.: Die Markierung des Knochenstoffwechsels durch Antibiotika der Tetracyclingruppe. Fortschr. Med. 85 (1967) 311

Lexer, E.: Die freien Transplantationen. Enke, Stuttgart 1924

Longacre, J. J., G. A. de Stefano: Reconstruction of extensive defekts of the skull with split rib grafts. Plastic reconstr. Surg. 19 (1957) 186

Luhr, H.-G.: Zur stabilen Osteosynthese bei Unterkieferfrakturen. Dtsch. zahnärztl. Z. 23 (1968) 754

Luhr, H.-G.: Die Kompressionsosteosynthese bei Unterkieferfrakturen. Hanser, München 1972

Luhr, H.-G.: Klinische und histologische Untersuchungen nach Spongiosablock-Transplantation kombiniert mit Kompressionsosteosynthese am Unterkiefer. In: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. XX, hrsg. von K. Schuchardt, H. Scheunemann. Thieme, Stuttgart 1976

Matti, H.: Über die Behandlung von Pseudarthrosen mit Spongiosatransplantaten. Arch. orthop. Unfall-Chir. 31 (1932a) 218

Matti, H.: Über freie Transplantationen von Knochenspongiosa. Langenbecks Arch. klin. Chir. 168 (1932b) 236

Partsch, K.: Über die Erfolge der Wiederherstellung des Kieferbogens durch Autoplastik. Zbl. Chir. 49 (1922) 223

Rahn, B. A., S. M. Perren: Calcein blue as a fluorescent label in bone. Experimentia 26 (1970) 519

Rahn, B. A., S. M. Perren: Xylenol orange, a fluorochrome useful in polychrome sequential labeling of calcifying tissues. Strain Technol. 46 (1971) 125

Rahn, B. A., S. M. Perren: Alizarinkomplexon-Fluodochrom zur Markierung von Knochen- und Dentinanbau. Experimentia 28 (1972) 180

Rittmann, W., W. Matter, J. Brennwald, S. Perren: Biomechanik infizierter Osteosynthesen. In: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. XIX, hrsg. von K. Schuchardt, B. Spiessl. Thieme, Stuttgart 1975

Schenk, R., H. Willenegger: Zum histologischen Bild der sogenannten Primärheilung der Knochenkompakta nach experimentellen Osteotomien am Hund. Experimentia 19 (1963) 593

Schenk, R., H. Willenegger: Zur Histologie der primären Knochenheilung. Langenbecks Arch. klin. Chir. 308 (1964) 440

Schmit-Neuerburg, K.-P., Ch.-D. Wilde: Defektüberbrückung an den langen Röhrenknochen. Hefte Unfallheilk. 113 (1973)

Schramm, W.: Klinische und tierexperimentelle Untersuchungen über die Transplantation autoplastischer Spongiosa. Hefte Unfallheilk. 104 (1970)

Schweiberer, L.: Experimentelle Untersuchungen von Knochentransplantaten mit unveränderter und mit denaturierter Knochengrundsubstanz. Hefte Unfallheilk. 103 (1970)

Spiessl, B.: Grundsätzliches zur Knochentransplantation. In: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. XX, hrsg. von K. Schuchardt, H. Scheunemann. Thieme, Stuttgart 1976

Steinhäuser, E.: Unterkieferrekonstruktion durch intraorale Knochentransplantate, deren Einheilung und Beeinflussung durch die Funktion – eine tierexperimentelle Studie. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 78 (1968) 213 u. 375

Hermann Sailer, Zürich

Zum Problem des Wachstums von Knochentransplantaten zum Unterkiefer

Einleitung

Der Unterkieferersatz mit freien Knochentransplantaten ist operationstechnisch beim Erwachsenen und beim Kind identisch. Das postoperative Verhalten dieser Transplantate hinsichtlich ihrer Größe ist jedoch nach unseren Erfahrungen unterschiedlich: Während frei verpflanzte Knochen beim Erwachsenen einer Resorption bis zu 50 % unterliegt, kommt es beim Kind zum proportionierten Wachstum des Transplantates. Wir können dies durch Langzeitbeobachtungen von vier an der Kieferchirurgischen Klinik Zürich operierten Kindern zeigen.

Methode

Zur Evaluierung dienten uns neben den jährlich erhobenen klinischen Befunden Fotografien, Modellserien, seitliche und p.-a. Fernröntgenbilder und -analysen. Außerdem haben wir eine planimetrische Ausmessung zur annähernden Quantifizierung des Unterkieferwachstums vorgenommen.

Patientengut

Bei 4 Patienten wurden im Kindesalter Unterkieferteile reseziert und durch freie Knochentransplantate simultan rekonstruiert. Drei der Patienten sind inzwischen erwachsen. Im folgenden werden die Fälle kurz beschrieben.

1. Pat. H. B. wurde im Alter von 6½ Jahren wegen einer intraossären Riesenzellgeschwulst im R. mandibulae operiert. Der rechtsseitige Kondylus, Ramus und Kieferwinkel wurden reseziert und in der gleichen Sitzung mit einem Beckenkammtransplantat ersetzt. Lingual, bukkal und am Hinterrand des Ramus wurden weite Periost- und Weichteilabschnitte entfernt. Seit 10 Jahren wurden jährliche Kontrollen durchgeführt. Sie ergaben, daß das Transplantat von Anfang an mit dem Wachstum der gesunden Seite Schritt hielt. Dennoch wurde prophylaktisch zwischen dem 10. und 13. Lebensjahr ein FKO-Gerät getragen. Nach Abschluß des Wachstums mit 15 Jahren kam es zu einer reduzierten Mundöffnung bis auf 32 mm; diese beginnende narbige Ankylosierung wurde operativ beseitigt. Das stattgefundene Wachstum des Transplantats läßt sich zeigen an:
a) symmetrischen Gesichtszügen,
b) regelrechter Interkuspidation ohne Mittellinienverschiebung (Modellserie),
c) normalem Wachstum aller fazialen Knochenstrukturen und weitgehender Unterkiefersymmetrie (Fernröntgenanalyse und p.-a. Fernröntgenbilder).

2. Bei Pat. D. P. wurden im Alter von 12 Jahren wegen Chondroblastoms der rechte Kondylus, Ramus, Kieferwinkel und das Korpus bis zum 2. Prämolaren entfernt und mit Beckenkamm sofort rekonstruiert. In der vorderen lingualen und bukkalen Tumorgegend wurden Periost- und Weichteile mit entfernt. Der Patient wird seit 13 Jahren überwacht. Der Abschluß des Wachstums erfolgte mit 18 Jahren. Das Rekonstruat ist mitgewachsen; dies geht aus der völligen Symmetrie, den Fernröntgenanalysen, der Modellserie und der vergleichenden Durchzeichnung der beiden Unterkieferhälften auf dem Fernröntgenbild hervor. Die Beweglichkeit des rekonstruierten Kondylus entspricht der der gesunden Seite.

3. Die Patientin V. P. wurde mit 12 Jahren operiert. Der rechtsseitige Kondylus, Ramus und Korpus bis zum unteren Eckzahn wurden reseziert und in der gleichen Sitzung mit Beckenkamm rekonstruiert. Nach 8jähriger Beobachtungszeit sind die Gesichtskonturen symmetrisch geblieben, die Okklusion ist unverändert. Aus den symmetrischen Verhältnissen, die klinisch, an Hand der Modellserie und der Fernröntgenuntersuchungen nachweisbar sind, läßt sich schließen, daß das Transplantat mitgewachsen ist. Das Wachstum der Patientin sistierte mit 14 Jahren.

4. Bei der Patientin S. H. wurde mit 2 Jahren das Korpus links distal von - III einschließlich des Kieferwinkels reseziert und mit einer Rippe simultan rekonstruiert. Nach einer Beobachtungszeit von 4½ Jahren hat sich das Transplantat hinsichtlich Höhe und Breite um das Doppelte vergrößert; das Längenwachstum der rekonstruierten Unterkieferseite hat mit dem der gesunden Seite Schritt gehalten. Die Gesichtszüge sind weitgehend symmetrisch. Die Zähne - I, II und III sind wegen der fehlenden Abstützung um 3 mm nach distal gewandert.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Bei einem Patientengut von nur 4 Fällen können keine bindenden Aussagen gemacht werden. Unsere Untersuchungen zeigen jedoch,

1. daß ein Wachstum freier Knochentransplantate nach Unterkieferersatz möglich ist, und zwar auch dann, wenn weite Periostabschnitte zuvor reseziert wurden;
2. daß ein symmetrisches Wachstum des Unterkiefers auch nach einseitiger Entfernung der kondylären Wachstumszentren wie beschrieben erfolgen kann;
3. daß die Transplantation von Wachstumszentren nach Resektion des kindlichen Unterkiefers nicht unbedingt erforderlich ist.

Eine Verpflanzung von Wachstumszentren dagegen, wie sie von STUTEVILLE (1957), ENTIN (1958), REHRMANN (1961), WARE u. TAYLOR (1966) sowie GLAHN u. WINTHER (1967) beschrieben wurden, mag angezeigt sein, wenn die funktionelle Matrix bei atrophischen bzw. dysplastischem Weichteillager primär geschädigt ist.

Unsere Beobachtungen unterstützen die von MOSS (1960), MOSS u. SALENTIJN (1971), ENLOW (1968), STÖCKLI (persönl. Mitt. 1975) und anderen vertretene Ansicht, daß die Bedeutung des kondylären Wachstumszentrums für die knöcherne Kiefergesichtsentwicklung überschätzt wird.

Zusammenfassung

An der Kieferchirurgischen Klinik Zürich wurden bei 4 Kindern wegen semimaligner Tumoren Unterkieferteile reseziert und gleichzeitig die Defekte rekonstruiert. 3 Patienten sind inzwischen nach 13-, 10- und 8jähriger Beobachtungszeit erwachsen. Bei ihnen wurde das kondyläre Wachstumszentrum mit entfernt. Eine im Alter von 2 Jahren operierte Patientin wird seit 4½ Jahren überwacht. Bei ihr wurden Corpus mandibulae und Kieferwinkel rekonstruiert. An Hand der jährlich erhobenen Verlaufskontrollen (Fotografien, Modellserien, Orthopantomogramme, seitliche und p.-a. Fernröntgenbilder und Analysen, planimetrische Ausmessung und Flächenvergleich der Durchzeichnungen der rekonstruierten und der gesunden Unterkieferseiten) konnte gezeigt werden, daß keine Unterkieferasymmetrien aufgetreten und alle Transplantate gewachsen sind.

Literatur

Enlow, D. H.: The Human Face. Hoeber Medical Division. Harper and Row, New York 1968
Entin, M. A.: Reconstruction in congenital deformity of the tempo-ro-mandibular component. Plast. reconstr. Surg. 21 (1958) 461
Glahn, M., J. E. Winther: Metatarsal transplants as replacement for lost mandibular condyle (3 years follow up). Scand. J. plast. reconstr. Surg. 1 (1967) 97
Moss, M. L.: Functional analysis of human mandibular growth. J. prosth. Dent. 10 (1960) 1149
Moss, M. L., L. Salentijn: The compensatory role of the condylar cartilage in mandibular growth: Theoretical and clinical implications. Dtsch. Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 56 (1971) 5
Rehrmann, A.: Osteoplastik am kindlichen Unterkiefer. Langenbecks Archiv klin. Chir. 299 (1961) 128
Stuteville, O. H.: Surgical reconstruction of the mandible. Plast. reconstr. Surg. 19 (1957) 229
Ware, W. H., R. C. Taylor: Growth center transplantation to replace damaged mandibular condyles. J. Amer. dent. Ass. 73 (1966) 128

Heinz Niederdellmann, Gerhard Frenkel, Frankfurt, und Erhard Dörre, Plochingen

Anwendungsmöglichkeiten dichter Aluminiumoxidkeramik zu Rekonstruktionen im Kiefer- und Gesichtsbereich

Seit einigen Jahren werden Teile des Extremitätenskelettes – in neuerer Zeit einschließlich des Hüftgelenkes – durch Prothesen aus Aluminiumoxidkeramik ersetzt. Im zahnärztlichen Bereich verwendet Sandhaus (1975) Aluminiumoxid für Schraubenimplantate, während Kirschner (1975) für dentale Verbundimplantate in Form eines Metallkerns mit keramischem Mantel eine gebrannte Keramik-Dentinmehl-Mischung benutzt. Poröse keramische Transplantate auf der Basis von Kalziumaluminaten und mit ähnlichen Substanzen beschichtete Metalle wurden von Driskell u. Mitarb. (1972) auf ihre Verwendungsfähigkeit im Kiefer- und Gesichtsbereich untersucht. Es lag daher nahe, auf kieferchirurgischem Gebiet Einsatzmöglichkeiten für Aluminiumoxidkeramik zu suchen, über deren Werkstoffeigenschaften untenstehende Tab. 1 (Dörre 1971) einige Auskunft geben soll.

Für uns positive Eigenschaften dieses Werkstoffes sind der Reihenfolge ihrer Bedeutung nach:

1. seine Biokompatibilität, die am besten aus einer minimalen Transplantatlagerreaktion zu ersehen ist und in Tierversuchen von Heimke u. Mitarb. (1974) hinreichend nachgewiesen wurde,
2. seine hohe mechanische Festigkeit, insbesondere Ermüdungs- und Verschleißfestigkeit,
3. Körperbeständigkeit,
4. das Fehlen von Metallose.

Nachteile sind wegen der hohen Härte des Werkstoffes in seiner schlechten, nur spanabhebenden Verformbarkeit durch Schleifen und Trennen mit Diamantwerkzeugen und in seiner geringen Biegebruchfestigkeit zu sehen. Außerdem bestehen wie bei anderen Allo-Transplantaten generelle Nachteile

Tabelle 1 Werkstoffeigenschaften im Vergleich: metallischer Prothesenwerkstoff – Aluminiumoxidkeramik

Eigenschaften	Einheit	Material	
		Metallischer Prothesenwerkstoff (Basis Co Cr Mo)	BIOLOX (99,7% Al_2O_3 + 0,25% MgO)
Dichte	g/cm	8,3	3,9
Mikrohärte	kp/mm³	300–400*	2300
Elastizitätsmodul	kp/mm³	20000	38000
Druckfestigkeit	kp/mm³	66–76*	500
Biegebruchfestigkeit	kp/mm³	66–76*	50
Zugfestigkeit	kp/mm³	66–76*	30
Reibung	–	0,05–0,2**	0,05–0,1***
Verschleißrate	bel. Einheiten	10**	1***
Korrosionsbeständigkeit im Körper	–	sehr gut	ausgezeichnet

* je nach Gefüge und Wärmebehandlung
** unter Körperbedingungen bei der Paarung CoCrMo-Guß/Hochdruckpolyäthylen
*** unter Körperbedingungen bei der Paarung Keramik – Keramik

gegenüber Auto- oder Homoioplasten darin, daß diese für die Dauer ihrer Anwesenheit im Körper einen Locus minoris resistentiae für die Ansiedlung einer Infektion bilden.

Treten schon bei autologen Knochentransplantaten hohe Ansprüche an ihre Umgebung und viele bisher z. T. noch ungeklärte Wechselwirkungen zwischen ihnen und ihrem Lagergewebe vor allem in der Einheilungsphase auf, so bestehen bei Fremdkörpertransplantaten erst recht spezielle Ansprüche an ein ausreichend dickwandiges, gut durchblutetes und vor allem formbeständiges Transplantatbett.

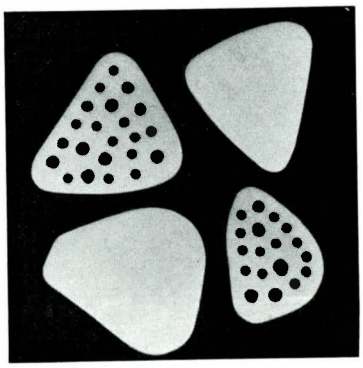


Abb. 1 Siebförmige Platte zur Rekonstruktion des Orbitabodens

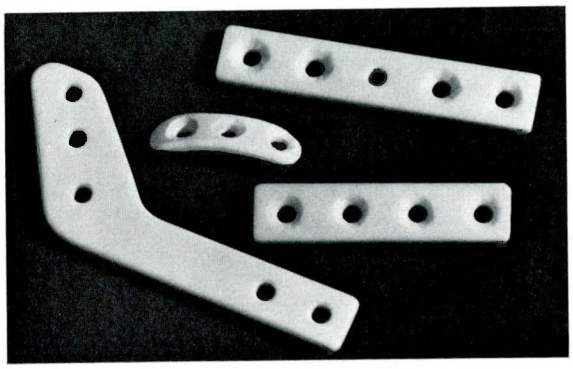


Abb. 2 Osteosyntheseplatte, Kieferwinkelplatte und Implantat zum Wiederaufbau des Infraorbitalrandes

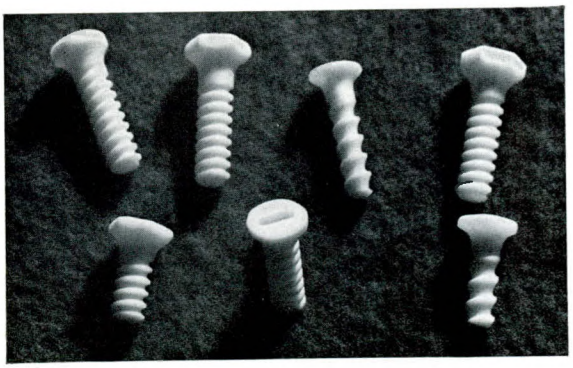


Abb. 3 Schrauben aus Aluminiumoxidkeramik

Implantierte inerte Substanzen nehmen am Stoffwechsel nicht teil. Damit kann aufgrund fehlender Integration eine aktive Einwirkung von ihnen auf das Wirtsgewebe nur bedingt erwartet werden. Sie bilden eine dauernde Last für das umliegende Gewebe und damit für den sie tragenden Organismus, selbst wenn nach reaktionslosem Einheilen durch Wiederaufnahme der Funktion gewisse formative Reize auf die Umgebung angenommen werden können.

Im Gegensatz zu Auto- oder Homoioplasten muß vor Einbringen eines permanenten Allo-Transplantates sein Verbleib als Fremdkörper bedacht werden, der im besten Falle an einigen seiner Grenzflächen bioaktiv gemacht werden kann. Es liegt daher nahe, diese Einheilungsbedingungen durch besondere Oberflächengestaltung, Oberflächenveränderung durch z. T. organisierbare Substanzen oder Verwendung von Verbundprothesen zu optimieren.

Erste Anwendungen von Aluminiumoxidkeramik haben wir unternommen, wobei wir zwischen statisch und dynamisch beanspruchten Transplantaten unterscheiden möchten.

Beispiele für statisch beanspruchte Transplantate:

1. in Form von siebartigen Platten zur Rekonstruktion des Orbitabodens bei Orbitabodendefekten (Abb. 1),
2. Konturverbessernde, nur modellierende Implantate, z. B. zur Wiederherstellung des Infraorbitalrandes und Jochbeinkomplexes bei alten, dislozierten verheilten Jochbeinfrakturen (Abb. 2), oder
3. zum Auffüllen der Prominentia mentalis bei Mikrogenie.

Beispiele für dynamisch belastete Transplantate:

1. Aluminiumoxidkeramik als Osteosyntheseplatte für Unterkieferfrakturen (Abb. 2), die jedoch wegen ihrer schlechten Verformbarkeit nur einen begrenzten Indikationsbereich hat,
2. Aluminiumoxidkeramik zum Ersatz von Teilen des Unterkiefers nach Kontinuitätsresektionen,
3. Unterkiefergelenkersatz nach Resektionen des R. mandibulae einschließlich des Gelenkes, über den in einem weiteren Vortrag berichtet werden wird.

Unsere Verbindungselemente aus Aluminiumoxidkeramik in Form von Schrauben (Abb. 3) stellen insofern einen Übergang zwischen dynamisch und statisch belasteten Implantaten dar, als sie im Anfang der Einheilung stärkeren Wechselwirkungen und Belastungswechseln unterworfen sind, die mit zunehmender Liegedauer des mit ihnen fixierten Transplantates abnehmen.

Wir sind der Meinung, daß bei vorsichtiger Indikationsstellung Implantate aus dichter Aluminiumoxidkeramik schon heute einen gewissen Anwendungsbereich haben, der sich durch Weiterentwicklung ihrer Form und Oberflächengestaltung, Bioaktivierung und Verwendung als Verbundmaterial erweitern kann.

Special reprint

Journal of Maxillofacial Surgery
Official Publication of the European Association for Maxillo-Facial Surgery

Volume 4 September 1976 No. 3

Reproduction only with permission of the Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

J. max.-fac. Surg. 4 (1976) 149–157
© Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Experiences with the Use of Lyophilized Bank Cartilage for Facial Contour Correction

Hermann F. Sailer

Clinic for Maxillo-Facial Surgery (Head: Prof. H. Obwegeser, M. D., D.M.D.), University of Zurich, Switzerland

Summary

In the Maxillo-Facial Surgical Clinic in Zurich lyophilized bank cartilage (LBC) is used for facial contour reconstruction and elsewhere. In 122 patients LBC was transplanted 265 times in different sites. The rate of infection was 2.6%, the degree of resorption up to 20%. In 7 cases transplanted LBC was removed for histological examination because of overcorrection. Xeroradiography is suggested as a method of control even when the cartilage is not calcified.

Key-Words: Cartilage transplantation, homologous, lyophilized; Facial contour reconstruction; Histology of LBC; Use of Xeroradiography.

Introduction

In reconstruction of the maxillo-facial area the operating surgeon is frequently confronted with contour defects and dysplasias, which may best be corrected by rebuilding the region concerned. For that purpose, auto-, homo-, heterologous and alloplastic substances are principally used.

The advantages and disadvantages of autologous, heterologous and alloplastic substances are known. Numerous reports concerning the use of homologous, preserved bone and cartilage exist. In the Zurich Clinic lyophilized homologous bank cartilage has been used for 12 years following *Obwegeser's* (1967, 1974) suggestion. The use of cartilage in this preserved form for facial contour reconstruction has not been described in the literature to date. We wish therefore to report our experiences which are as follows.

Surgical Procedure

The lyophilized bank cartilage (LBC) pieces are rehydrated in physiological saline solution with the addition of antibiotics and are then inserted

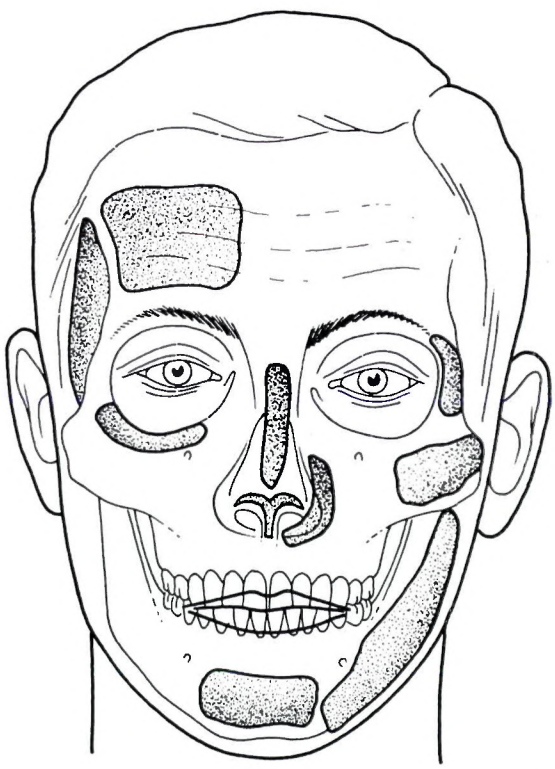


Fig. 1 Sites of facial contours built up with lyophilized bank cartilage.

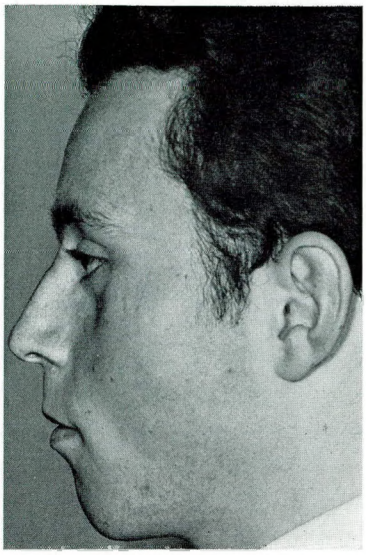


Fig. 2a

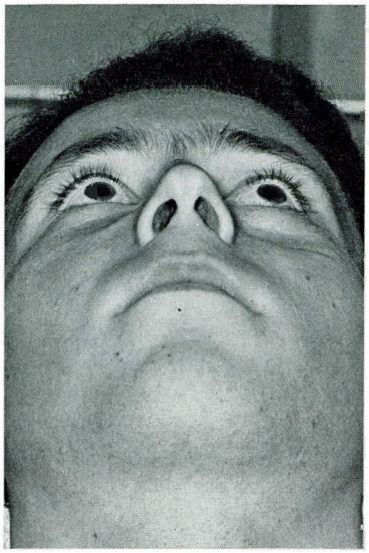


Fig. 2b

Fig. 2a–d
Patient with infra-orbital bony defect after trauma:

a + b) Flattening beneath the left eye.

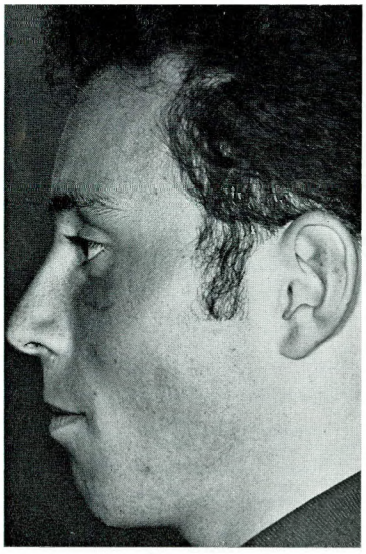


Fig. 2c

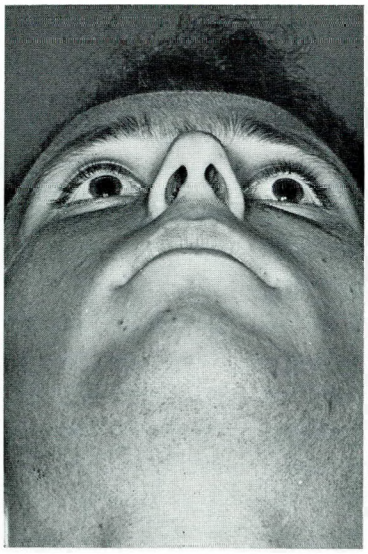


Fig. 2d

c + d) Condition 6 years after rebuilding the infra-orbital area with lyophilized bank cartilage.

subperiosteally in block-form (*Obwegeser* and *Edlan* 1967) or as sliced cartilage, 1/2 to 1 mm in thickness (*Obwegeser* 1974). The slices are cut by hand with a knife or with the help of the dermatome. In certain areas they must be fixed in order to avoid displacement. This can be done with absorbable and non-absorbable sutures, wires or simply by suturing the soft tissues. Whenever possible the oral route is chosen. In order to compensate for resorption slight overcorrection may be made.

Patient Material

From 1962 to mid 1974 265 transplantations of LBC in 122 patients were made in various sites. Antibiotics were generally used with nasal corrections and in other cases only with extensive corrections. The operations refer to the following anatomical regions *(Fig. 1)*:

141 to the area of the piriform aperture in cases of retromaxillism;

49 to the lateral surface of the body, angle and

Fig. 3 a–d
Hypoplasia of the base of the maxilla and mandibular prognathism:

a + b) Full face and profile before operation. Flattening of the region around the piriform aperture and the canine fossa.

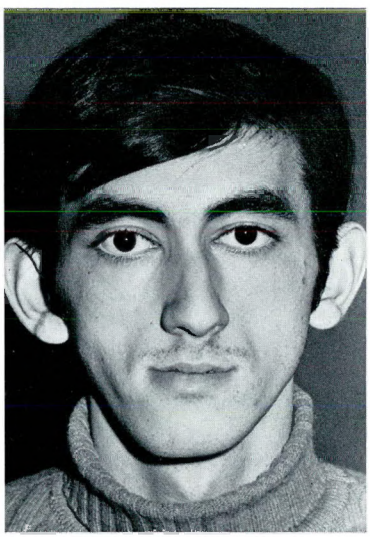


Fig. 3 a

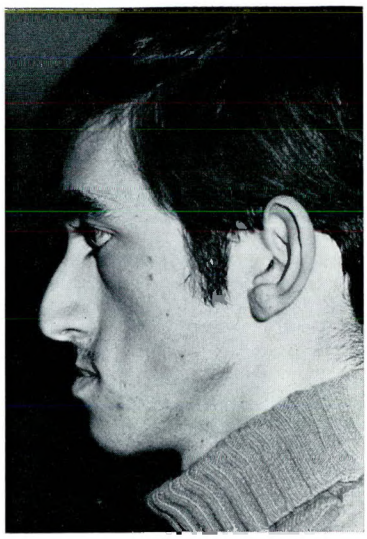


Fig. 3 b

c + d) Condition 2 years after transplantation of lyophilized bank cartilage to canine fossa and around the piriform aperture after repositioning of the lower jaw by using the sagittal split.

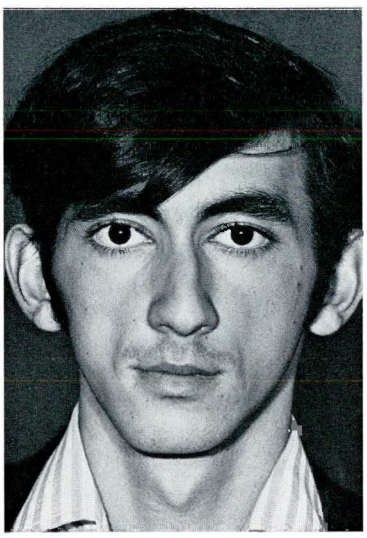


Fig. 3 c

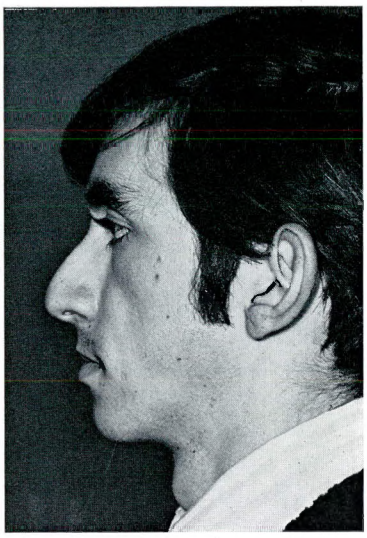


Fig. 3 d

ramus in cases of flattening due to various causes;

24 to the zygoma and zygomatic arch region, especially following post traumatic deformity and malformations;

19 to the columella and nasal bridge with "cleft palate" noses and post traumatic deformities;

15 to the inferior and lateral orbital rim, likewise after trauma and in cases with malformations;

12 to the chin area in the case of a deep labiomental fold;

4 to the temporal fossa in oto-mandibular dysostosis and Rhomberg-syndrome, and

1 to the frontal region in a case of scleroderma.

Results

General Assessment

In 101 patients (83%) the results at follow-up after 1 to 5 years following operation were good:

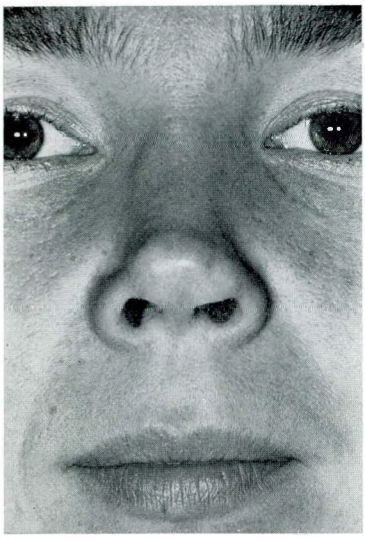


Fig. 4a

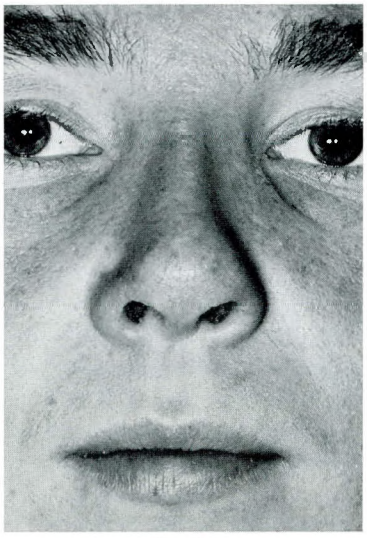


Fig. 4b

Fig. 4 a + b
a) Condition after nasal trauma (left).
b) 1 year after putting in a piece of lyophilized bank cartilage (right).

Bank cartilage transplantation does produce a symmetrical contour. Neither the surgeon nor the patient wished for further correction. Some examples are given in *Figs. 2–4.*

Degree of Resorption

The extent of resorption should not be judged merely from the clinical state. It was assessed by means of pre and post operative photographs, by questioning the surgeon and from the operation notes. From this the degree of resorption of LBC is between 10 and 20%. It could be about 10% in the area of the orbital margins, frontal area, the temple, the zygoma and the zygomatic arch and the lateral parts of the mandible, and about 20% in the chin region and around the piriform aperture. In the chin area, the region of the piriform aperture and the lower border of the mandible with only one exception, cartilage blocks were used.

Extent of Primary Healing

More than 97% of all transplants were accepted without reaction. No differences existed between the extraoral and the oral route of insertion.

Clinical Details

The thickness of the largest transplanted cartilage pieces was about 2.5 cm in four cases of otomandibular dysostosis. In three of these patients large pieces of block cartilage were used, in one, sliced cartilage. No distortion was observed in the 265 transplants.

Radiological Findings

Calcification was found on conventional radiographs in only 6 out of 265 transplants 1 to 5 years postoperatively.

Without calcification, bank cartilage can only seldom be recognized on radiographs. Sometimes cartilage material transplanted to the lower border or the lateral aspect of the mandible can be visualized by suitable projections. On the other hand it is also possible to identify non-calcified cartilage by means of xeroradiography *(Fig. 5).* Suitable sites for xeroradiography are the lateral and lower part of the mandible, the chin area, the nose, the zygomatic arches, the temporal area and the lateral wall of the orbit. Bank cartilage is rarely visible in the maxilla around the piriform aperture, on the zygoma and below the infraorbital margin.

Complications

The following complications are listed in *Table 1.*

Infection: In 265 transplantations there were 7 infections (2.6%). 4 (1.5%) of the infected transplants were removed, two after nasal corrections. The remaining 3 transplants healed without further complications after local application of

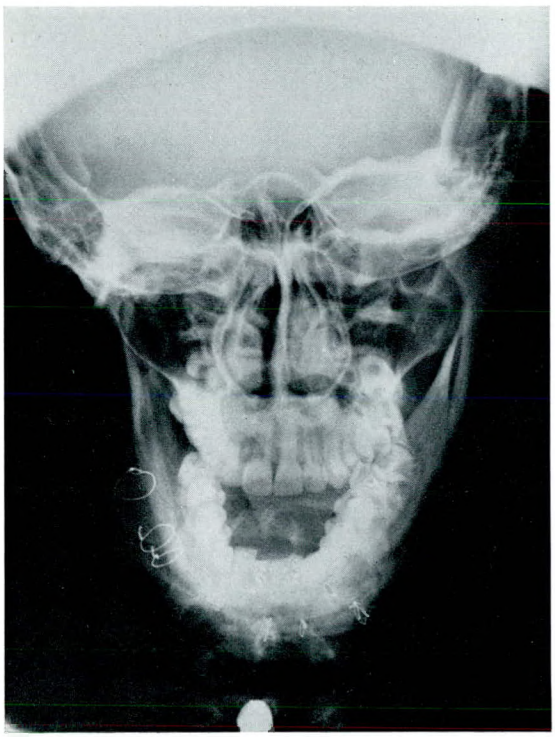


Fig. 5a

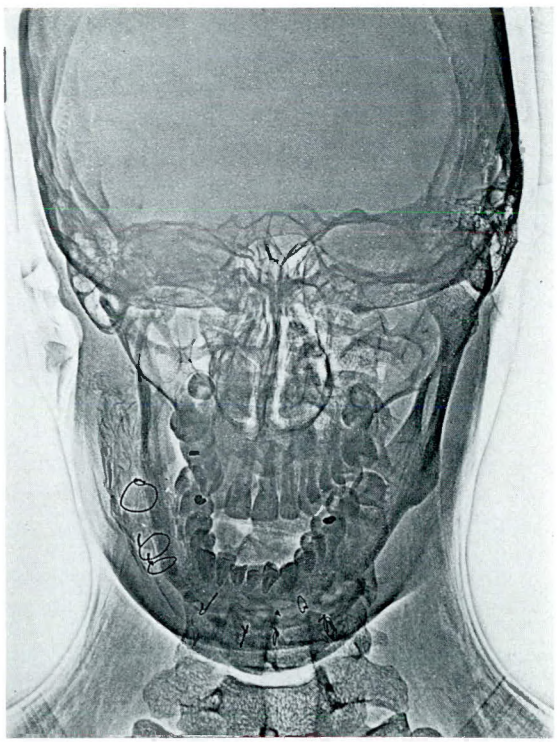


Fig. 5b

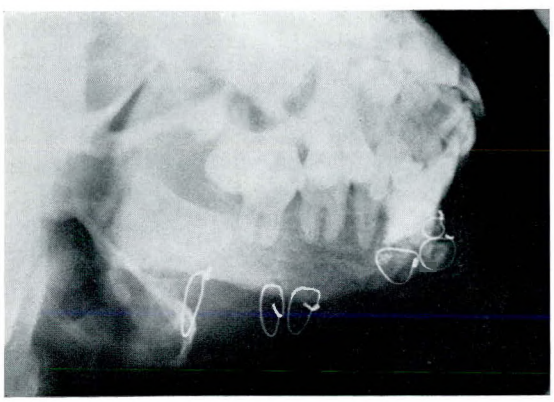


Fig. 5c

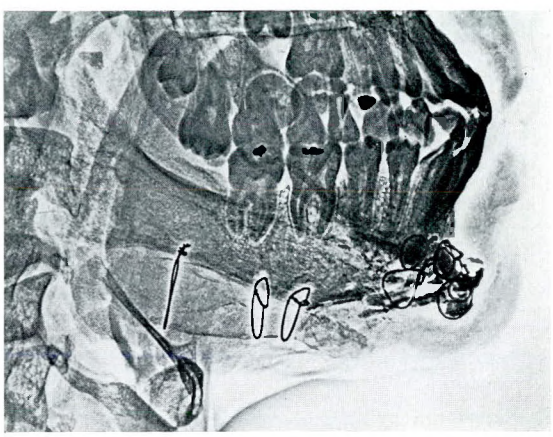


Fig. 5d

Fig. 5a–d Comparison between conventional radiography and xeroradiography: As opposed to conventional radiography (a) bank cartilage transplanted to the lateral surface of the mandible is visible on the xeroradiogram (b) (projection: lower jaw view p.a.). In the conventional radiograph (c) the site of the bank cartilage can be detected only by the fixation wires. In the xeroradiogram (d) bank cartilage, together with soft tissue contours can be clearly recognized (lateral oblique view).

antibiotic solutions (Neomycin) or secondary suturing. Three of the seven infections mentioned above were observed in cases of nasal corrections. All patients with infected transplants had been given antibiotics starting one day before operation. *Under-correction and over-correction:* In 6 cases (2.3%) not enough material was transplanted initially. In nine cases (3.4%) an overcorrection had

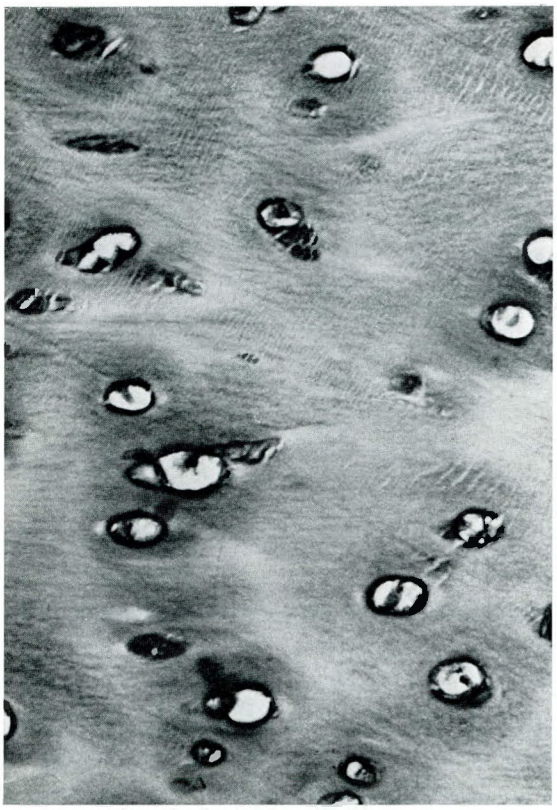


Fig. 6 Fresh rehydrated lyophilized bank cartilage to show staining of nuclear substance in chondrocyte cavities and lack of homogeneity of ground substance (H+E, 400×).

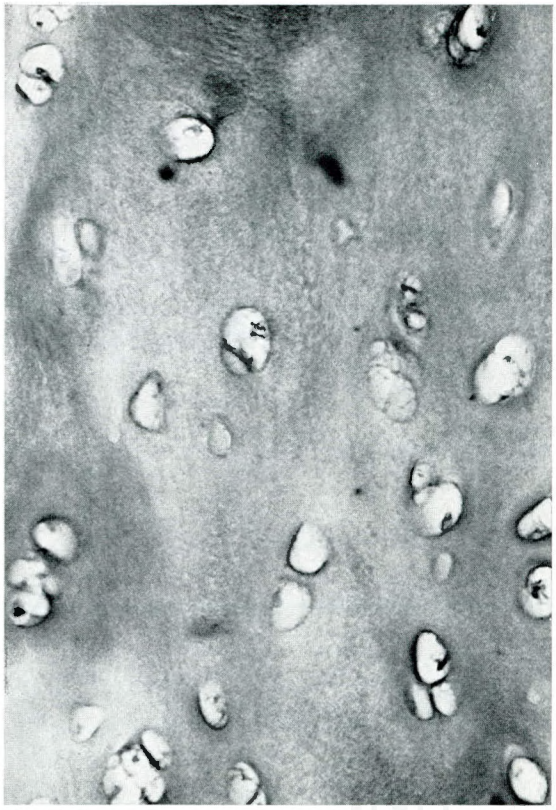


Fig. 7 Lyophilized cartilage, 14 months after transplantation showing collagen fibres and nuclear substance in chondrocyte cavities (H+E,400×).

Table 1 Complications in 265 transplantations.

Infection (Dehiscence, fistula)	7 (2.6%)
Removal of transplant	4 (1.5%)
Undercorrection	6 (2.3%)
Reduction because of permanent overcorrection	9 (3.4%)
Retransplantation because of marked resorption	6 (2.3%)
Dislocation	3 (1.1%)

to be removed 1–2 years post-operatively because of unexpectedly slight resorption. The latter comprised block- and sliced cartilage in approximately equal parts.

Resorption: In 6 patients the resorption was about 40–50%. Another bank cartilage transplantation was then performed, and after 9–17 months follow-up further resorption could not be detected.

Displacement: 3 transplants (1.1%) moved because of insufficient fixation: 2 in the region of the angle of the mandible, one after nasal correction in a patient with a saddle nose.

Histological examination: In 7 cases LBC was removed 3 to 14 months after transplantation and compared microscopically and ultramicroscopically, with a fresh rehydrated specimen. We are grateful to messrs. Dr. *Pfenninger* and Dr. *Spycher* of the Institute for Pathology of the Zurich University, for the results of this examination.

Fresh rehydrated lyophilized cartilage differs in H.E. staining from vital cartilage tissue by a certain lack of homogeneity of staining of the ground substance *(Fig. 6)*. Lyophilized cartilage shows discrete regressive signs *(Fig. 7)* some months after subperiosteal transplantation:

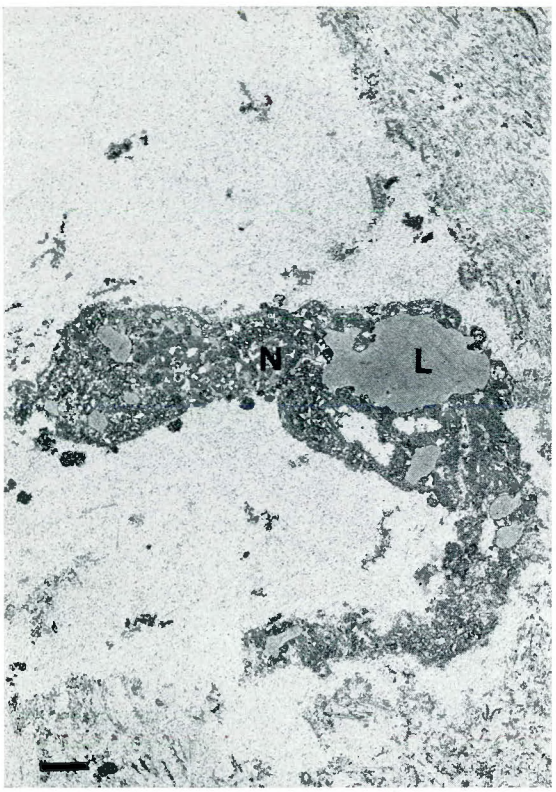


Fig. 8 Low power ultramicroscopy of LBC chondrocyte: the cell and nuclear membranes are partially absent. The clumped nuclear chromatin has lost its strong osmiophilia and its granular appearance (N). Lipid inclusions (L) are present but no organelles are to be seen. OsO_4 – Collodion fixative – Uranylacetate, – leadcitrate stain (Ultramicroscopy, 6000×).

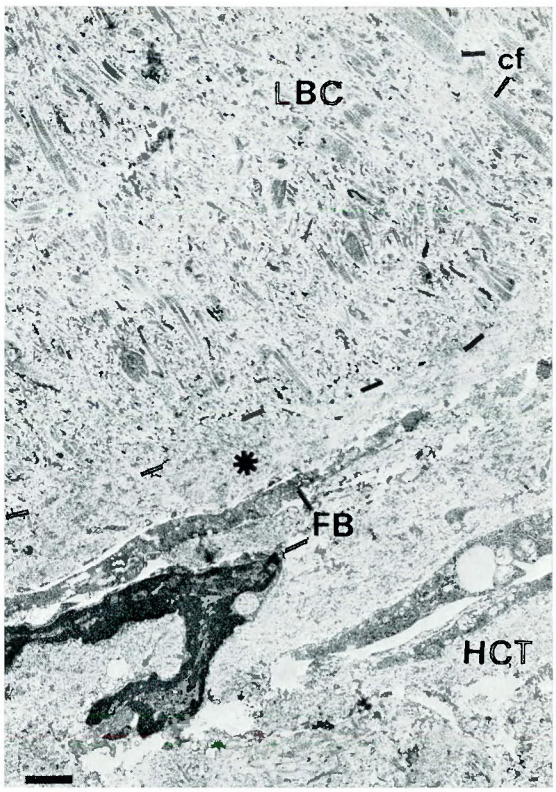


Fig. 9 Low power ultramicroscopy: An intermediate zone (*) exists between the LBC and host connective tissue (HCT) with fibroblasts (FB) containing a small amount of matrix with no large collagen fibres (cf). The edge of the bank cartilage is indicated by an interrupted line. OsO_4 – Collodion fixative – uranylacetate, – leadcitrate stain (Ultramicroscopy, 6000×).

1. Slight basophilic ground substance.
2. Occasional presence of collagen fibres.
3. Discrete signs of fine granular calcification.
4. H.E. stained nuclear substance in the chondrocyte cavities.

From no. 4 we must not conclude that there are normal nuclear structures. The ultra-microscope picture shows that the chondrocytes are destroyed *(Fig. 8)*. On the other hand one recognizes the lack of reaction of the host tissue *(Fig. 9)*. Neither a capsule of connective tissue nor an invasion of fibrous tissue could be demonstrated.

Discussion

The use of homologous preserved cartilage for different reconstructive purposes in the maxillofacial area has often been described. Reaction and use, however, are often judged in a different way. *O'Connor* and *Pierce* (1938) as well as *O'Connor* (1939, 1940) reported good results with homologous cartilage tissue preserved in the refrigerator in merthiolate solution; resorption 6 years after the operation was not reported. These findings were confirmed by *Straith* and *Slaughter* (1941) who performed contour corrections in 100 patients with merthiolate-preserved cartilage: only in 6% of the cases was infection observed; in 5% there was total or partial loss of the transplant. In 398 transplantations with the same type of bank cartilage mentioned above *Rasi* (1959) claimed "twisting" in 6.8% and infection in 4.3%. The degree of resorption was very different: at follow-up examinations of 59 transplantations in 16 cases it

was 55 to 100%. At histological examination *Peer* (1938, 1939) discovered that cartilage transplants preserved in alcohol showed invasion of connective tissue and partial resorption. After 75 cases of nasal correction with rib cartilage preserved in formalin and merthiolate solution *Lamont* (1945) reported that in his opinion there were no essential clinical differences between homologous, preserved and autologous cartilage after transplantation. *Eisenstodt* (1946, 1947, 1953) could neither detect resorption nor infection in 100 cases of chin correction with cartilage preserved in merthiolate solution in spite of not using antibiotics. *Dingman* (1950), however, who reported of resorption, foreign body reactions and extrusion of grafts, had unfavourable experiences with preserved homologous cartilage. On the other hand *Krenar* (1958) reported on the use of refrigerated bank cartilage for purposes of reconstruction in the facial area. In 70% of 30 cases the results were said to be excellent; in 4 patients the transplants were rejected or resorbed within the first year after operation. *Köle* (1962) reported in detail on his experiences with refrigerated bank cartilage in 92 patients. In only 4 cases (4.3%) did a transplant have to be removed because of infection. *Köle* (1962) concluded that homologous deep frozen cartilage was only slightly less well tolerated than the autologous cartilage. Autologous cartilage showed a certain though slight resorption in the first weeks after the transplantation (*Davis* and *Gibson* 1955); the resorption of autologous sliced cartilage grafts, however, can be extensive. *Kilner* (1955) had the impression that autologous cartilage transplants to the infraorbital region tended to resorb.

Zurbuchen et al. (1959) reported on the use of lyophilized homologous bank cartilage for filling intraosseous jaw cysts, in parodontal surgery and for rebuilding of the alveolar ridge.

At the Zurich Clinic LBC is used as a block transplant (*Obwegeser* and *Edlan* 1967) and as sliced transplant (*Obwegeser* 1971, 1974) for the rebuilding of facial contours. In the opinion of *Obwegeser* (personal communication) block cartilage resorbs more than sliced cartilage. When using cartilage blocks an overcorrection of about 20% should be performed. Because of the insignificant resorption of sliced cartilage we have for the last 3 years abandoned over-correction when using this method.

Our researches show the degree of resorption of subperiosteally placed LBC at about 10–20%. According to *Köle* (1967) the extent of resorption using deep frozen homologous bank cartilage is also 20%. LBC, however, is superior to the latter because of its lower rate of infection (2.7%) and rate of loss (1.5%). Our explanation for this is the absorption of antibiotics during rehydration. According to *Pate* and *Sawyer* (1954) the acceptance of tissues dried by freezing depends among others on the loss of antigenicity and electric potentials combined with the process of lyophilization.

Conclusions

1. Lyophilized homologous bank cartilage has proved to be advantageous for the rebuilding of facial contours as a subperiosteal deposit. The infection rate is lower than with other preserved, homologous cartilage transplants mentioned in the literature.
2. The oral route of transplantation does not incur any risk for lyophilized bank cartilage.
3. Lyophilized bank cartilage may be slightly inferior to autologous cartilage material with regard to resorption, but it may well be superior with regard to infection and ease of use. In addition the patient is spared a further operation.
4. Lyophilized bank cartilage is available in practically unlimited quantity and can be kept indefinitely at room temperature, and can be transported without risk.

References

Davis, W. B., T. Gibson: Absorption of Autogenous Cartilage Grafts in Man. Brit. J. plast. Surg. 8 (1955) 177

Dingman, R. O.: The Use of Iliac Bone in the Repair of Facial and Cranial Defects. J. plast. reconstr. Surg. 6 (1950) 178

Eisenstodt, L. W.: Surgical Correction of Chin Malformation. Amer. J. Surg. 71 (1946) 491

Eisenstodt, L. W.: The Underdeveloped Chin. Amer. J. Surg. 74 (1947) 39

Eisenstodt, L. W., M. H. Kilner: Preserved Rib Cartilage. J. int. Gland. Surg. 20 (1953) 47; zit. n. Davis

and Gibson: Absorption of Autogenous Cartilage Grafts in Man. Brit. J. plast. Surg. 8 (1955) 177

Köle, H.: Erfahrungen mit der Verwendung von homogenem konserviertem Knorpel in der Kiefer-Gesichtschirurgie. Langenbecks Arch. klin. Chir. 299 (1962) 737

Krenar, J.: In: Dent. Abstr. Aug. 1959: Homogenous Transplantation of Cartilage in the Reconstructive Surgery of the Face. Rev. Czech. Med. 4 (1958) 323

Krüger, E.: Die Knorpeltransplantation. Hauser, München 1964

Lamont, E. S.: Plastic Surgery of Nasal Fractures. Amer. J. Surg. 69 (1945) 144

Obwegeser, H., A. Edlan: Le traitement chirurgical de l'asymmétrie faciale chez l'enfant et l'adulte. Méd. et Hyg. 25 (1967) 1074

Obwegeser, H.: In: J. C. Mustardé: Plastic Surgery in Infancy and Childhood. Linvingstone, Erinburgh 1971

Obwegeser, H.: Personal communication 1974

Obwegeser, H.: Correction of Skeletal Anomalies of Oto-Mandibular Dysostosis. J. max.-fac. Surg. 2 (1974b) 74

O'Connor, G. B.: Merthiolate: A Tissue Preservative and Antiseptic. Amer. J. Surg. 45 (1939) 563

O'Connor, G. B.: Refrigerated Cartilage Isografts. Calif. West. Med. 2 (1940) 21

O'Connor, G. B., G. W. Pierce: Refrigerated Cartilage Isografts, Surg. Gynec. Obstet. 67 (1938) 796

Pate, J. W., P. N. Sawyer: Freeze-dried aortic grafts. A preliminary report of experimental evaluation. Amer. J. Surg. 86 (1953) 3

Peer, L. A.: Experiments in Alcohol Preserved Cartilage in Humans. Arch. Otolaryng. 27 (1938) 42

Peer, L. A.: Fate of Living and Dead Cartilage Transplants in Humans. Surg. Gynec. Obstet. 68 (1939) 603

Rasi, H. B.: The fate of preserved human cartilage. J. plast. reconstr. Surg. 24 (1959) 24

Straith, C. L.: Grafts of Preserved Cartilage in Restorations of Facial Contour. J. Amer. med. Ass. 116 (1941) 2008

Zurbuchen, P., A.-J. Held, M. Spirgi: Les homogreffons de cartilage lyophilisés et leur application en chirurgie stomatologique. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 69 (1959) 702

H. Sailer, M.D., D.M.D.,
Kieferchirurgische Universitätsklinik,
Plattenstr. 11,
CH-8028 Zurich, Switzerland