

RIVISTA MEDICA

PERIODICO
SCIENTIFICO
INDIPENDENTE

Volume 11, Numero 3-4, Settembre - Dicembre 2005

INDICE

❑ Prefazione

Le cranioplastiche in idrossiapatite porosa
F. Servadei

pag. 121

❑ Articoli originali

Dalla noce di cocco all'idrossiapatite: storia della cranioplastica
A. Verlicchi, B. Zanotti

pag. 123

Il biomimetismo per dispositivi medici di qualità
A. Nataloni,

pag. 133

Perché l'idrossiapatite porosa bioceramica?
A. Nataloni, D. Pressato

pag. 135

❑ Informazioni

I quando, i come ed i perché di una cranioplastica
B. Zanotti, A. Nataloni, A. Verlicchi, F. Lupidi, M. Vindigni

pag. 139

❑ Note tecniche

Dalla TC al dispositivo su misura
A. Nataloni

pag. 143

Ruolo della neuroradiologia nella progettazione e nel follow-up
F. Iaiza, G. Tommasini, C. De Colle, S. D'Agostini

pag. 147

Appunti di procedura chirurgica <i>B. Zanotti, A. Cramaro</i>	pag. 153
La collaborazione tra neurochirurgo e chirurgo plastico: utilità di un approccio multidisciplinare <i>C. Riberti, E. Rampino Cordaro, P.C. Parodi, G.F. Guarneri, F. De Biasio</i>	pag. 161
L'assistenza infermieristica <i>B. Rossi, S. Monti, L. Bazzo</i>	pag. 165
❑ Comunicazioni brevi	
Esperienze chirurgiche a confronto <i>a cura di A. Nataloni</i>	pag. 171
Craniolacunia bifrontale post-traumatica <i>A. Barbanera, A. Andreoli</i>	pag. 172
Craniolacunia da frattura comminuta <i>P. Delcampe, F. Proust, A. Nataloni</i>	pag. 174
Craniolacunia da riassorbimento osseo post-craniotomico <i>M. Fricia, N. Francaviglia</i>	pag. 175
Craniolacunia bifrontale post-traumatica <i>P. Limoni, E. Benericetti</i>	pag. 177
Craniolacunia frontale bilaterale <i>R. Mottaran, M. Mattana, G.B. Costella, L. Rigobello, G. Salar</i>	pag. 179
Frattura e riparazione della cranioplastica <i>G. Staffa, F. Servadei</i>	pag. 181
Demolizione e ricostruzione in un unico tempo in un Paziente portatore di osteoma fronto-temporo-orbitario <i>R. Stefini, U. Zanetti</i>	pag. 182
❑ Note tecniche	
Chirurgia: utile da sapersi <i>B. Zanotti, T. Ius</i>	pag. 185
Procedure angiografiche <i>B. Petralia</i>	pag. 189
Procedure EEG <i>R. Budai</i>	pag. 191
❑ Articolo originale	
Ruolo della cranioplastica nel miglioramento delle alterazioni cognitive dopo craniectomia <i>A. Onorato, P. Di Benedetto</i>	pag. 193
❑ Informazioni	
Le domande più frequenti dei pazienti <i>A. Verlicchi, T. Ius</i>	pag. 197

Modulistica per il medico e per il paziente
F. Tuniz, Q. Sbrizzai, A. Nataloni, B. Zanotti

pag. 201

❑ Articoli originali

Presidi impiantabili ad alto contenuto tecnologico e loro sostenibilità di bilancio
M. Basile, U. Salvatore

pag. 205

Aspetti medico-legali attuali
M. Gennari, C. Botta, B. Zanotti

pag. 209

❑ Notizie

Rassegna stampa: cranioplastiche che fanno notizia
A. Gaccione

pag. 215

❑ Conclusioni

La cranioplastica: presente e futuro
M. Skrap

pag. 219

LE CRANIOPLASTICHE IN IDROSSIAPATITE POROSA

a cura di

FRANCO SERVADEI
MIRAN SKRAP

con la collaborazione di

ANGELA VERLICCHI
BRUNO ZANOTTI
ANGELO NATALONI

Hanno partecipato:

ALVARO ANDREOLI, ANDREA BARBANERA, MARCO BASILE, LORIS BAZZO, EUGENIO BENERICETTI,
CHIARA BOTTA, RICCARDO BUDAI, GIOVANNI BATTISTA COSTELLA, ANTONIO CRAMARO,
SERENA D'AGOSTINI, FABRIZIO DE BIASIO, MARIA CRISTINA DE COLLE, PASCAL DELCAMPE,
PAOLO DI BENEDETTO, NATALE FRANCAVIGLIA, MARCO FRICIA, ANGELO GACCIONE, MAURIZIO GENNARI,
GIANNI FRANCO GUARNERI, FRANCESCA IAIZA, TAMARA IUS, PAOLO LIMONI, MAURIZIO MATTANA,
STEFANIA MONTI, RUGGERO MOTTARAN, ANGELO NATALONI, ALBERTO ONORATO,
PIER CAMILLO PARODI, BENEDETTO PETRALIA, DANIELE PRESSATO, FRANCOIS PROUST,
EMANUELE RAMPINO CORDARO, CARLO RIBERTI, LUCA RIGOBELLO, BARBARA ROSSI,
GIUSEPPE SALAR, UMBERTO SALVATORE, QUINTO SBRIZZAI, FRANCO SERVADEI,
MIRAN SKRAP, GUIDO STAFFA, ROBERTO STEFINI, GIULIA TOMMASINI, FRANCESCO TUNIZ,
ANGELA VERLICCHI, MARCO VINDIGNI, UMBERTO ZANETTI, BRUNO ZANOTTI

Elenco degli Autori per Istituto di appartenenza

**OSPEDALE MAURIZIO BUFALINI,
U.O. DI NEUROCHIRURGIA
PER LA FUNZIONE TRAUMATOLOGICA,
CESENA**

FRANCO SERVADEI
GUIDO STAFFA

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE,
SEZIONE DI MEDICINA LEGALE E DELLE ASSICURAZIONI,
DIPARTIMENTO DI RICERCHE MEDICHE
E MORFOLOGICHE**

MAURIZIO GENNARI
CHIARA BOTTA

**AZIENDA OSPEDALIERA "S. MARIA DELLA MISERICORDIA",
S.O.C. DI NEUROCHIRURGIA,
UDINE**

MIRAN SKRAP
ANTONIO CRAMARO, TAMARA IUS, FRANCESCO TUNIZ,
ANGELA VERLICCHI, MARCO VINDIGNI, BRUNO ZANOTTI
QUINTO SBRIZZAI
LORIS BAZZO, STEFANIA MONTI, BARBARA ROSSI

S.O.C. DI NEURORADIOLOGIA

SERENA D'AGOSTINI, MARIA CRISTINA DE COLLE,
FRANCESCA IAIZA, BENEDETTO PETRALIA,
GIULIA TOMMASINI

S.O.C. DI NEUROLOGIA E NEUROFISIOPATOLOGIA

RICCARDO BUDAI

**ISTITUTO FISICO DI RIABILITAZIONE ASL 4,
U.O. DI MEDICINA FISICA E RIABILITATIVA,
UDINE**

PAOLO DI BENEDETTO
ALBERTO ONORATO

**FIN-CERAMICA - MEDICAL DEVICES,
FAENZA**

ANGELO NATALONI
DANIELE PRESSATO

**JOHNSON & JOHNSON MEDICAL S.p.A.,
ROMA**

MARCO BASILE
UMBERTO SALVATORE

**AZIENDA POLICLINICO UNIVERSITARIO A GESTIONE DIRETTA,
CLINICA DI CHIRURGIA PLASTICA RICOSTRUTTIVA,
UDINE**

CARLO RIBERTI
EMANUELE RAMPINO CORDARO, FABRIZIO DE BIASIO,
GIANNI FRANCO GUARNERI, PIER CAMILLO PARODI

**OSPEDALE MAGGIORE - BELLARIA,
DIVISIONE DI NEUROCHIRURGIA,
BOLOGNA**

ALVARO ANDREOLI, ANDREA BARBANERA

**HOSPITALIER UNIVERSITAIRE,
SERVICE DE NEUROCHIRURGIE,
ROUEN, FRANCE**

FRANCOIS PROUST

SERVICE DE CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE

PASCAL DELCAMPE

**AZIENDA OSPEDALIERA "S. ELIA",
DIVISIONE DI NEUROCHIRURGIA,
CALTANISSETTA**

NATALE FRANCAVIGLIA, MARCO FRICIA

**OSPEDALE MAGGIORE,
DIVISIONE DI NEUROCHIRURGIA,
PARMA**

EUGENIO BENERICETTI, PAOLO LIMONI

**AZIENDA OSPEDALIERA,
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI,
DIVISIONE DI NEUROCHIRURGIA,
PADOVA**

GIOVANNI BATTISTA COSTELLA, MAURIZIO MATTANA,
RUGGERO MOTTARAN, LUCA RIGOBELLO,
GIUSEPPE SALAR

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI,
CLINICA DI NEUROCHIRURGIA,
BRESCIA**

ROBERTO STEFINI

**SPEDALI CIVILI
DIVISIONE DI NEUROCHIRURGIA,**

UMBERTO ZANETTI

MILANO

ANGELO GACCIONE
(GIORNALISTA - SCRITTORE)

Prefazione

□ Le cranioplastiche in idrossiapatite porosa

L'uso della craniectomia decompressiva nel trattamento dei Pazienti con lesioni post-traumatiche e vascolari cerebrali ha ricevuto un notevole impulso negli ultimi anni. Per quanto attiene alla patologia traumatica, recenti revisioni appena pubblicate^(5,10) mostrano come, pur in assenza di dati convincenti di classe I-II, la pratica della decompressione ossea sia associata alla evacuazione di ematomi post-traumatici che per il trattamento della pressione intracranica si stia diffondendo sempre più. Un lavoro coordinato dal consorzio europeo (EBIC) mostra come, in una serie di oltre 500 pazienti operati per lesioni emorragiche post-traumatiche, circa il 30% avesse ricevuto una decompressione ossea associata⁽²⁾. I dati dei centri italiani partecipanti a questo studio sono simili per cui dobbiamo ritenere che in Italia un Paziente su tre sottoposto a craniotomia per lesioni post-traumatiche venga decompresso.

Esistono inoltre indicazioni alla craniectomia decompressiva diverse dal trauma come, ad esempio, le lesioni ischemiche cerebrali⁽¹¹⁾, le lesioni aneurismatiche in pazienti "poor grade"⁽¹³⁾, la presenza di estesi tumori invadenti le strutture ossee craniche. In una recente studio multicentrico italiano sulle cranioplastiche (V. Dallolio, *dati non pubblicati*) risulta, comunque, che oltre i due terzi dei pazienti sottoposti a craniectomia decompressiva avevano riportato un trauma cranico che rimane, quindi, la prima causa di ricostruzione della teca ossea.

Quali sono i mezzi di ricostruzione della teca cranica utilizzati? Sempre il citato studio multicentrico italiano mostra come, escludendo le reti in titanio usate in prevalenza per difetti medio-piccoli, tre sistemi siano

attualmente utilizzati per la ricostruzione di grandi difetti come quelli in seguito a craniectomia decompressiva. Questi sistemi sono: l'uso di osso autologo, l'uso di PMMA (poli-metil-meta-acrilato) e di idrossiapatite (ceramiche).

È da premettere che in anni recenti si sono sviluppate tecniche che consentono, attraverso la stereolitografia e la sintesi laser guidata, di ricostruire, mediante immagini TC tridimensionali della teca cranica, il lembo osseo in fase pre-chirurgica⁽⁸⁾. Queste tecniche vengono correttamente applicate sia al PMMA⁽⁸⁾ che alle ceramiche⁽⁹⁾ e perfino ai polimeri rinforzati con fibre di carbonio⁽¹²⁾. Il confronto fra le diverse tecniche non va quindi riportato alla modalità di preparazione della cranioplastica, ma alle proprietà intrinseche del materiale usato.

Sembra ovvio che il migliore sostituto dell'osso sia l'osso stesso. Il lembo di craniotomia può essere conservato sottocute nell'addome⁽³⁾ o essere congelato a -35° o meglio -84°⁽⁶⁾. Lo "storage" sottocutaneo può portare, però, al riassorbimento dell'osso⁽¹²⁾. Inoltre, il lembo congelato può non attecchire. Un recente studio ha mostrato come, in una serie di 40 bambini in cui era stato reimpiantato un osso autologo congelato, in 20 (50%) era stato necessario un nuovo intervento di asportazione della teca ossea a causa di riassorbimento dell'osso⁽⁴⁾. Per quanto concerne il PMMA, è costituito da materiale inerte che non può essere né vascolarizzato né incorporato dall'osso adiacente. Inoltre, può provocare sia infezioni (15% dei casi circa) che reazioni da corpo estraneo⁽¹⁾.

Le ceramiche sono state usate in neurochirurgia come sostituti del lembo craniotomico per la prima volta in

Corrispondenza: Dott. Franco Servadei, U.O. di Neurochirurgia per la Funzione Traumatologica, Ospedale Maurizio Bufalini, 47023 Cesena, tel. 0547-352904, fax 0547-3046464, e-mail: fservadei@ausl-cesema.emr.it

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 121-122.

Articolo ricevuto in redazione in data 20 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

Giappone⁽⁷⁾. Questo materiale è molto resistente ma ha una bassa porosità ed una alta componente (30%) di calcio trifosfato. Il tutto lo rende pesante e relativamente impermeabile alla migrazione osteoblastica. La produzione di ceramiche sintetiche costituite pressoché interamente da idrossiapatite (97%)⁽⁹⁾ ha consentito di impiantare un materiale allogenico con proprietà molto simili a quelle dell'osso naturale ed in grado di produrre una rapida colonizzazione osteoblastica.

I lavori che seguono mostrano l'impiego ed i risultati conseguiti con l'uso di questo materiale la cui genesi, una volta tanto, è frutto di una tecnologia e di una collaborazione applicativa tipicamente italiana.

Franco Servadei

Director WHO Neurotrauma Collaborating Centre,
Ospedale Maurizio Bufalini, Cesena

□ BIBLIOGRAFIA

- Chiarini L., Figurelli S., Pollastri G., Torcia E., Ferrari F., Albanese M., Nocini P.F.: Cranioplasty using acrylic material: a new technical procedure. *J Cranio Maxill Surg* 2004; 32: 5-9.
- Compagnone C., Murray G.D., Teasdale G.M., Maas A.I.R., Esposito D., Princi P., D'Avella D., Servadei F.: The management of patients with intradural post traumatic mass lesions: a multicentre survey of current approaches to surgical management in 729 patients coordinated by the European Brain Injury Consortium. (*Sent for publication to Neurosurgery, 2005.*)
- Falnnery T., McConnel R.S.: Cranioplasty: why to throw the bone flap out? *Br J Neurosurg* 2001; 15: 518-520.
- Grant A., Jolley M., Ellenbogen R.G., Roberts T.S., Gruss J.R., Loeser J.D.: Failure of autologous bone-assisted cranioplasty following decompressive craniectomy in children and adolescents. *J Neurosurg (Pediatrics 2)* 2004; 100: 163-168.
- Hutchinson P.J., Menon D.K., Kirkpatrick P.J.: Decompressive craniectomy in traumatic brain injury - time for randomized trials? *Acta Neurochir* 2005; 147 (1): 1-3.
- Iwama T., Yamada J., Imai S., Shinoda J., Funakoshi T., Sakai N.: The use of frozen autogenous bone flap in delayed cranioplasty revisited. *Neurosurgery* 2003; 52: 591-596.
- Miyake H., Ohta T., Tanaka H.: A new technique for cranioplasty with L-shaped titanium plates and combination ceramic implants composed by hydroxyapatite and tricalcium phosphate (ceratite). *Neurosurgery* 2000; 46: 414-418.
- Muller A., Khrisnan G.K., Hul E., Mast G.: The application of rapid prototyping techniques in cranial reconstruction and preoperative planning in neurosurgery. *J Cranioc* 2003; 14: 899-913.
- Nataloni A., Martinetti R., Servadei F., Staffa G., Piconi C.: Porous hydroxyapatite custom made for cranioplasty. *Bioceramics* 2000; 13: 881-884.
- Piek J.: Decompressive surgery in the treatment of traumatic brain injury. *Curr Opin Crit Care* 2002; 8: 134-138.
- Robertson S.C., Lennarson P., Hasan D.M., Traynelis V.C.: Clinical course and surgical management of massive cerebral infarction. *Neurosurgery* 2004; 55: 55-61.
- Saringer W., Nobhauer-Huhmann I., Knosp E.: Cranioplasty with CFRP. Medical grade implants based on CAD/CAM technique. *Acta Neurochir* 2002; 144: 1193-1203.
- Smith E.R., Carter B.S., Ogilvy C.S.: Proposed use of prophylactic decompressive craniectomy in poor-grade aneurysmal subarachnoid hemorrhage patients presenting with associated large sylvian hematomas. *Neurosurgery* 2002; 51: 117-124.
- Yap C., Macarthur D.C., Hope D.T.: Mind the gap: resorption of a bone flap stored subcutaneously for 6 months. *Br J Neurosurg* 2002; 16: 523-524.

Articolo originale

□ Dalla noce di cocco all'idrossiapatite: storia della cranioplastica

A. VERLICCHI, B. ZANOTTI

Struttura Operativa Complessa di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine

□ FONTI NON SCRITTE

L'inserimento di una protesi sul cranio a copertura di un difetto osseo è una procedura che risale agli albori della storia della medicina, costituendo di solito la fase riparativa della trapanazione cranica.

In mancanza di fonti scritte, le indagini di paleopatologia, ossia lo studio dei reperti ossei o delle mummie sui quali siano rimasti segni di interventi terapeutici o ritenuti tali, hanno evidenziato che la trapanazione cranica era già praticata dall'uomo in epoca preistorica. Era un atto religioso magico-rituale, ma esistono prove che venisse effettuata anche a scopo terapeutico. I primi interventi di questo tipo risalgono al mesolitico (10.000-7.500 a.C.).

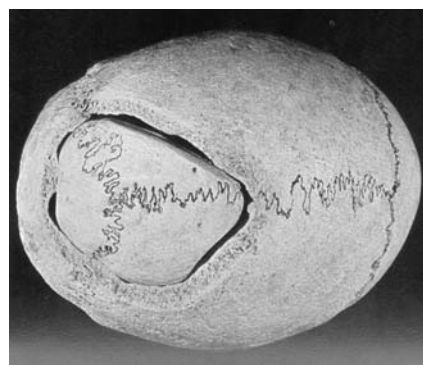
Nelle epoche successive la trapanazione ha poi conosciuto un incremento notevole. Nel neolitico (7.500-5.300 a.C.) era ampiamente praticata e se ne trovano esempi anche in Italia, come il *cranio di Catignano* (Pescara), che risale al V millennio e che sembrerebbe il più antico esempio italiano di cranio con trapanazione. La più antica testimonianza in Europa è stata, invece, rinvenuta a Ensisheim, in Alsazia, ed è datata 7.000 a.C. Interessante pure il ritrovamento, nella necropoli neolitica di Loisy-en-Brie in Francia, di un cranio trapanato, in cui è presente il lembo osseo a chiusura del foro (Figura 1).

Anche i Celti del neolitico eseguivano fori nel cranio e utilizzavano i pezzi d'osso ottenuti, di forma roton-

da od ovale, probabilmente come amuleti, ma non come cranioplastiche, in quanto non esistono prove osteologiche che siano stati usati in tal senso.

La trapanazione era ampiamente diffusa in Europa, in Asia e nell'America del Sud e non è esagerato dire che migliaia di anni fa si trapanava più o meno comunemente. Questi interventi sorprendono ed affasciano per diverse ragioni: innanzitutto la loro attuazione nonostante la non conoscenza dei moderni principi di asepsi e di anestesia, poi l'alta percentuale di successo e la relativamente bassa mortalità delle operazioni, infatti più della metà dei crani, sottoposti a trapanazione mostrano escrescenze ossee intorno al foro, segno di crescita riparativa che documenta la sopravvivenza post-operatoria dell'individuo (Figura 2), infine per la loro ampia diffusione nel tempo e nello spazio.

Figura 1. Cranio trapanato della necropoli di Loisy-en-Brie della fine del neolitico. L'assenza, attorno al lembo osseo, di cicatrizzazione indica che il soggetto non è sopravvissuto.



Corrispondenza: Dott. Bruno Zanotti, S.O.C. di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, tel. 0432-552701, e-mail: zanotti.bruno@aoud.sanita.fvg.it, www.neurochirurgia-udine.it
Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 123-132.

Articolo ricevuto in redazione in data 5 maggio 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

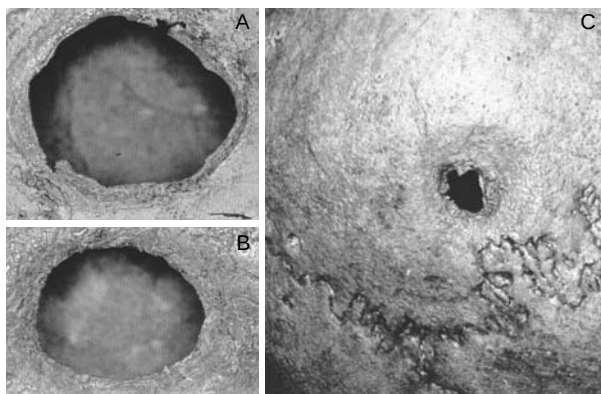


Figura 2. Fori di trapanazione preistorica (A, B: periodo neolitico, Valle del Petit-Morin; C: epipaleolitico, Taforalt), cicatrizzati (A, C) e senza abbozzo di cicatrizzazione (B).

Nell'America del Sud Pre-colombiana, tutti i popoli nativi, dagli Aztechi ai Maya agli Incas, eseguivano la trapanazione del cranio (Figura 3). Una ricerca su più di 10.000 mummie pre-Incas del Perù ha evidenziato che più di 500 (il 5%) hanno una trapanazione del cranio, talora ripetuta e con fori di varie dimensioni. In alcuni crani sono anche state evidenziate cranioplastiche di diverso materiale: oro, argento, il guscio delle noci di cocco o di zucca o di calabash (Figura 4).

L'uso dei materiali meno nobili probabilmente non dava un buon esito, infatti sono stati rinvenuti molti crani con osteomielite, ed era riservato ai cittadini comuni. I metalli preziosi erano, invece, destinati alla nobiltà. Esempi di queste antiche protesi sono ospitati in diversi musei, famosi il cranio con placca d'oro del "Museo de Oro" a Lima in Perù (Figura 5) e quello con lamina d'argento del Museo di Semmelweis a Budapest in Ungheria. La conferma che le craniopla-



Figura 3. "The Inca trephination mural" di Alton S. Tobey al Smithsonian Institution, Washington D.C. (USA).

stiche venivano eseguite pre-mortem deriva dal fatto che il cranio ingloba saldamente il corpo estraneo.

Anche in alcune isole del Sud Pacifico gli studi archeologici hanno trovato che le popolazioni primitive usavano il guscio di una noce di cocco per riparare le lacune del cranio.

La diffusione della trapanazione e della cranioplastica sembra, pertanto, fosse estesa in tutti i continenti. Il mondo preistorico rinvenuto è pieno di esempi di trapanazione, ma non di cranioplastiche e tale stato di cose continua negli anni successivi, sino a quando finalmente incominciano le prime esposizioni scritte.

□ FONTI SCRITTE

La prima descrizione scritta viene fatta risalire a *Gabriele Falloppio* (1523-1562), anatomista e chirurgo italiano, che nella sua *Opera Omnia* (raccolta di lavori pubblicata postuma, nel 1582) consiglia di riposizionare, entro due ore, l'osso non contaminato se la dura madre è ancora intatta, ma di rimuoverlo se la dura non è più integra e di utilizzare una lamella d'oro. Diversi chirurghi, suoi contemporanei, esprimono "perplexità" sull'impiego di lamine d'oro, convinti che spesso il metallo prezioso finisse nelle tasche di medici senza scrupoli, piuttosto che nel difetto osseo del paziente.

La prima notizia storica di innesto d'osso nella breccia cranica si deve, nel 1668, al chirurgo olandese *Job Hanszoon van Meekeren* (1611-1666), che riporta il caso, di cui aveva avuto comunicazione da un ecclesiastico, di un nobile moscovita di nome Butterlijn. Gli era stata riparata una lacuna cranica, provocata da un colpo di spada, con parte del cranio di un cane. L'intervento era perfettamente riuscito ed il paziente esultante aveva incominciato a raccontare l'evento ai suoi amici e conoscenti, che passarono la notizia ai chierici e questi ultimi all'arcivescovo, col risultato che venne emessa una scomunica, che gli proibiva l'accesso, in tutta la Russia, ai luoghi di ritrovo dei cristiani finché avesse avuto quel pezzo "vietato" in testa. La Chiesa, infatti, riteneva la testa di un cristiano troppo pura per poter essere inquinata con ossa d'animale. Nel tentativo di riconciliarsi con la Chiesa, il paziente ordinò al suo chirurgo di rimuovere l'osso di cane. Purtroppo il medico non riuscì nell'intento, perché l'innesto si era già saldamente unito alle ossa del cranio. Butterlijn allora lasciò la Russia per sfuggire alla scomunica.

Bisogna però aspettare fino al XIX secolo affinché

venga riconosciuta l'utilità clinica dell'innesto osseo, la cui applicazione nell'uomo è preceduta da esperimenti sugli animali.

Nel 1810 *D.C.T. Merrem* realizza diverse trapanazioni su cani e gatti con riposizionamento dell'opercolo osseo, che si consolida poi sulla scatola cranica. Nel 1821 *Philip von Walther*, sull'esempio di Merrem, riposiziona il tappo osseo sul foro di trapanazione in un cranio umano e nota una parziale guarigione, non completata per l'insorgenza di una suppurazione della ferita.

Anche *Louis Xavier E. Olliver*, clinico di Lione ed uno dei pionieri degli studi sulla rigenerazione ossea, esegue trapanazioni ed innesti ossei sugli animali. Dimostra, nel 1859, l'importanza del periostio negli innesti, infatti il tessuto osseo fresco ricoperto dal periostio rimane vitale, e poi anche il ruolo osteogenico della dura madre. Inoltre, è tra i primi a distinguere i concetti di autoinnesto, alloinnesto e xenoinnesto.

Per inciso, ricordiamo che, in generale, l'innesto può essere differenziato in:

- *auto-innesto* ("autograft") o innesto autogeno o autologo o autoplastico, quando il tessuto è prelevato e successivamente reimpiantato al medesimo organismo;
- *allo-innesto* ("allograft") o omo-innesto o innesto omologo o omoplastico o allogenico, quando il tessuto viene distaccato da un donatore, vivente o non, appartenente alla stessa specie del ricevente;
- *etero-innesto* o xeno-innesto ("xenograft") o innesto eterogeno o eterologo o eteroplastico o xenoplastico, quando il tessuto proviene da un donatore di specie vivente diversa dal ricevente;
- *innesto con alloplastica* o innesto alloplastico ("allopastic graft"), se costituito da materiale sintetico o, comunque, non proveniente dal mondo animale.

Nel 1873 *Sir William Macewen* reimpianta frammenti di calvaria dopo averli trattati con bicloruro di mercurio. Gli studi di questo famoso chirurgo, ritenuto il padre della pratica moderna di innesto osseo, sono considerati fondamentali.

Nel 1889 *N. Senn* scrive sulla riparazione di difetti cranici con osso antisettico decalcificato. Nello stesso anno si apre definitivamente l'era della moderna cranioplastica con *Seydel*, che ripara con successo una lacuna ossea parietale con un graft osteo-periosteale cesellato dalla tibia e sottile pochi mm.

Negli anni successivi si succedono gli innesti di osso autologo, prelevato da varie parti del corpo.

Nel 1890 *W. Müller e F. König*, indipendentemente propongono di far scorrere, sul difetto del cranio, il

Figura 4. Calabash: frutti di un albero tropicale. Il guscio di questo frutto è stato usato come materiale per le cranioplastiche.



vicino tavolato esterno della volta cranica (Figura 6), mantenendo l'integrità del periostio e della vascolarizzazione. Questa tecnica incontra un enorme successo.

Nella storia della civiltà umana si arriva poi al periodo delle due grandi guerre mondiali. I conflitti militari, per intrinseca natura, hanno sempre permesso di poter disporre di una notevole casistica su cui sperimentare diversi approcci terapeutici e questo vale anche per la cranioplastica.

Negli anni '20 *H. Delangenière*, presso l'ospedale di Mans in Francia, realizza ben 104 cranioplastiche con innesti osteo-periosteali autologhi prelevati dalla cresta tibiale, con eccellenti risultati.

Nel periodo bellico è utilizzato intensamente anche l'impianto di tessuto osseo o cartilagineo da altro individuo. Si sviluppa pure la pratica dell'innesto osseo omologo prelevato da cadavere. *J.A. Sicar e C. Dambryn*, dal 1917 al 1919, effettuano con successo di 120 impianti protesici di questo tipo.

La necessità di conservare l'osso e mantenerlo sterile, fino al suo riposizionamento con un secondo intervento chirurgico, ha anche stimolato le ricerche sui metodi di mantenimento del materiale osseo. I procedimenti più datati prevedevano la bollitura dell'osso o la sua protezione in alcol e mercurio. La bollitura distrugge però il potenziale osteogenico dell'osso ed aumenta la tendenza alle infezioni ed al riassorbi-



Figura 5. Cranioplastica d'oro, conservata al Museo de Oro di Lima.

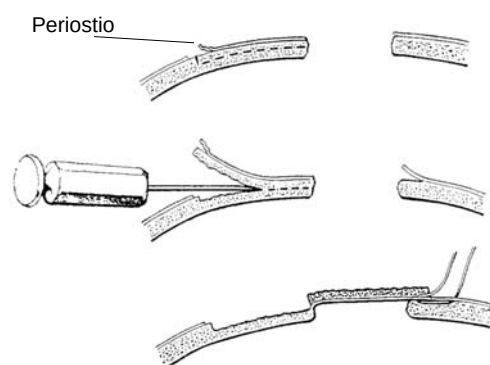


Figura 6. Disegno schematico che mostra la preparazione del flap osteo-periosteale dal tavolo esterno del cranio e il suo spostamento sul difetto osseo.

mento. Una pubblicazione del 1947 di casi così trattati evidenzia come il posizionamento in un secondo tempo dell'osso bollito si associa ad una maggiore tendenza alla infezione della ferita ed all'atrofia ossea, non riscontrabile invece quando si ricolloca immediatamente l'osso.

Pure il passaggio in autoclave sembra predisporre all'infezione o alla necrosi asettica dopo il reimpianto, ma non è un'esperienza unanime, alcuni riportano una guarigione senza complicazioni.

Nel 1916 incomincia ad essere testato un nuovo metodo: la preservazione del pezzo cranico nella parete addominale. Questa tecnica però produce una cicatrice poco estetica e mantiene solo parzialmente la vitalità dell'osso, infatti è stato dimostrato che, quando quest'ultimo viene privato della sua irrorazione ematica e collocato nel tessuto fresco, muore, ad eccezione di uno strato di cellule superficiali, profondo meno di un millimetro. Lo sviluppo di altre procedure di conservazione ne ha determinato l'abbandono.

Il successo della conservazione dei cibi mediante congelamento, induce la sperimentazione dello stesso metodo con i tessuti e gli organi necessari per i trapianti. Nel 1945 *L.F. Bush* apre nell'Orthopaedic Hospital di New York la prima banca dell'osso ed evidenzia che l'osso può essere mantenuto sterile fino a 3 settimane a 2-5°C e fino ad un tempo indeterminato a -25°C. Negli anni questa osservazione è stata confermata ed attualmente il metodo vigente per la preservazione dei flap ossei è il congelamento a -80°C. La matrice ossea congelata si preserva meglio rispetto ai metodi che utilizzano il calore.

Ricordiamo che il congelamento uccide le cellule responsabili del rigetto. In pratica, l'osso è devitalizzato e si innesta solo la matrice inorganica del donato-

re, che sarà ripopolata naturalmente dalle cellule midollari del ricevente.

A partire dalla fine dell'800 si assiste anche ad un marcato incremento dell'uso, mai abbandonato fin dalle epoche più remote, di protesi alloplastiche, con un'ampia varietà di materiali (varie plastiche e metalli). Questo grazie anche all'introduzione degli antibiotici, scoperti nel 1928. Anno in cui *Alexander Fleming*, un medico inglese, identifica casualmente la sostanza che più tardi chiamerà penicillina, prodotta da un muffa che aveva attaccato una coltura di stafilococchi.

Nel 1890 viene sperimentata su vasta scala la celluloidica, poi abbandonata per le reazioni cellulari ed i processi biodegradativi dei tessuti. Nel 1893 l'alluminio è uno dei primi metalli ad essere sperimentato, seguito negli anni '40 dal vitallio, dal ticonio, dal tantalio (materiale di scelta durante la II Guerra Mondiale), dalle reti di acciaio inossidabile e, negli anni '60, dal titanio.

I metalli sono solidi, malleabili e sterilizzabili, ma si corrodono, conducono il caldo, si infettano, possono essere epilettogeni e sono relativamente radioopachi. L'impossibilità di ottenere chiare visualizzazioni radiologiche è la principale ragione per cui molti chirurghi incominciano a cercare sostituti non metallici dell'osso.

Tre anni dopo che le resine acriliche erano diventate disponibili come materiale industriale, nel 1940, è introdotto nella cranioplastica il metilmetacrilato e nel 1967 viene segnalato che l'incorporazione di una rete di acciaio inossidabile lo rende meno fragile.

Nel 1949 si utilizza per la prima volta il polietilene, altro materiale non metallico, che però non ha mai trovato largo impiego per la difficoltà di ottenere la giusta forma. Al contrario, l'idrossiapatite, usata clinicamente dagli anni '80, nel tempo ha ottenuto sempre più consensi, in particolare quella porosa.

Verso la metà del XX secolo, il miglioramento delle conoscenze dei processi immunologici (particolarmente l'istocompatibilità, cioè la compatibilità tissutale tra donatore e ricevente) e la trasmissione di malattie, in specie virus, in seguito a trapianti d'organo o parti di cadavere portano al declino degli innesti ossei omologhi ed eterologhi. Come risultato di ciò, l'osso autologo, che era stato parzialmente messo da parte in favore dei nuovi materiali alloplastici, viene reintegrato come il materiale più adatto, sicuro e naturale per le ricostruzioni craniche. Prima della conclusione della seconda guerra mondiale, è già ampiamente condivisa la teoria che, quando possibile, l'in-

nesto di osso autogeno debba costituire la procedura di scelta.

L'utilizzo però di autoinnesti non è sempre possibile, da qui la necessità di poter disporre di valide alternative e la continua ricerca del migliore materiale "alternativo" per riparare queste lesioni.

I materiali più diffusi al giorno d'oggi sono: l'osso autologo, l'idrossiapatite porosa, il metilmetacrilato ed il titanio.

Molti materiali provati per le cranioplastiche sono stati abbandonati a causa degli svantaggi che possono presentare, quali: scarsa disponibilità, costo elevato, reattività biologica, corrosione, difficoltà nel modellamento, peso eccessivo, fragilità, ionizzazione, termolabilità, incompatibilità EEG, TC e RM, radioopacità, antigenicità e riassorbimento.

□ I MATERIALI

La lacuna della scatola cranica è stata colmata principalmente con: osso (o altri materiali biologici) e con sostituti biocompatibili dell'osso (metallici o non).

□ OSSO O ALTRI MATERIALI BIOLOGICI

REIMPIANTO DELL'OPERCOLO CRANICO. Nel 1885 l'inglese *W. Macewan* reimpianta con successo i pezzi d'osso asportati con la trapanazione e diffonde questa procedura di reintegrazione "immediata".

INNESTO D'OSSO AUTOLOGO. A riempimento del difetto cranico è stato inserito un pezzo d'osso prelevato da diverse parti dello scheletro, tra cui:

- *cranio.* Nel 1890 si prepara, accanto alla lacuna, un flap osteo-periosteo, slaminando il tavolato esterno della teca cranica ("splitting"), e poi si sposta il lembo peduncolato a copertura del difetto cranico e lo si fissa al circostante periostio. Il flap osteo-periosteo è mantenuto vivo dal suo peduncolo periosteo. Da allora questa tecnica è stata ripetutamente modificata e migliorata. L'osseo, oltre che dalle aree adiacenti alla perdita di sostanza, è stato anche prelevato dal lato opposto del cranio. Il trapianto del tavolato esterno del cranio non è immediatamente stabile, pertanto dopo l'intervento venivano applicati bendaggi compressivi e, se il difetto era di apprezzabile entità, si preferiva tenere il paziente in posizione orizzontale per circa una settimana. Secondo alcuni autori, poi, non era necessaria una chiusura assoluta del difetto osseo, in quanto la guarigione era possibile anche con una lieve diastasi.
- *tibia.* Nel 1889 *Seydel* introduce l'innesto osteo-periosteo tibiale. Tale procedura è applicata per diversi anni soprattutto a difetti cranici relativamente piccoli con ottimi risultati. *H. Delangeniere*, che tra il 1916 ed il 1935 sviluppa molto bene questa tecnica, riporta solo due insuccessi su 104 casi e, di questi, uno rioperato con esito positivo. Tuttavia, la metodica presenta diversi svantaggi: le dimensioni ridotte della superficie di rimozione, la mancanza di convessità del pezzo, la possibile frattura della tibia, la necessità di due campi operatori, nonché il dolore che residua all'arto, infatti, come ebbe a dire un chirurgo, i pazienti si lamentano della loro gamba più che della loro testa.
- *coste.* Nel 1915 è impiegata per la prima volta, per coprire un difetto cranio-durale, una costa con il suo periostio e grasso. Inizialmente si usava la costa a tutto spesso, poi si preferì un prelievo parziale per lasciare la lamina interna della costa a protezione del contenuto toracico. Le coste rigenerano rapidamente e perciò possono essere usate di nuovo, quasi come una inesauribile banca di osso autologo. Inoltre, sono flessibili, facilmente modellabili con uno scalpello, particolarmente adatte nella ricostruzione del profilo dell'arcata sopra-orbitaria. Negli ampi difetti cranici venivano, però, inserite più coste e questo determinava il cosiddetto effetto "onda", in cui il contorno delle singole coste poteva essere visto o palpato sulla cute. Ciò, nelle parti non coperte dai capelli, deturpa la regolarità del profilo. Nonostante i vantaggi biologici e tecnici, anche se non sempre estetici, tale metodica non ha però ricevuto una grande considerazione.
- *osso iliaco.* Durante la I Guerra Mondiale si sviluppa l'uso dell'innesto prelevato dalla cresta dell'osso iliaco. Tale procedura permette di poter disporre di innesti ampi, con una forma concava-convessa che, assomigliando ai contorni del cranio, dà un buon risultato estetico; tuttavia necessita di due esposizioni chirurgiche e di un intervento lungo, con un'abbondante perdita di sangue dovuta alla muscolatura dell'area iliaca. Inoltre, nei bambini può indurre problemi di crescita.
- *scapole e sterno.* Risale al 1912 il primo intervento con graft autologo dall'area scapolare e tre anni dopo si pratica quello con innesto sternale. I graft scapolari e sternali hanno il periostio da entrambi i lati ed una naturale convessità. A parte questo, tali innesti non hanno particolari vantaggi, ed infatti dalla letteratura si evidenzia che non hanno incontrato grande entusiasmo.

INNESTO D'OSSE OMOLOGO. Fin dal 1917 vengono riferiti risultati molto soddisfacenti con l'uso di parti craniche rimosse da cadavere. Da quest'ultimo può essere prelevato proprio il segmento osseo corrispondente alla posizione del difetto cranico del paziente e questo rappresenta un indubbio vantaggio. L'osso "morto" trapiantato funziona come un conduttore progressivamente colonizzato dalle cellule del tessuto osseo "vivo" circostante. I tempi di integrazione sono lunghi, infatti per un difetto di 5 cm di diametro occorrono circa 2 anni. Successivamente, però, si ricorse sempre meno alla procedura di innesti omologhi da cadavere a causa dei numerosi casi di rigetto ed infezione.

INNESTO D'OSSE ETEROLOGO. In diverse occasioni sono state trapiantate ossa provenienti da altre specie animali. Dopo Meekren, sono state, con successo, utilizzate una epifisi femorale ed un osso iliaco di cane. Oltre che dal cane, sono state prelevate e bollite ossa d'aquila, di vitello, di pecora, di bue, di coniglio, di buffalo e di tartaruga. A parte questi ultimi due, in cui veniva rispettivamente asportato il corno e la placca cornea, in genere veniva presa la scapola dell'animale. I risultati riferiti sembrano soddisfacenti, ma tale metodica non attecchisce per il successo incontrato dagli autoinnesti e dagli innesti alloplastici, finché non si è giunti a processi di conservazione e di sterilizzazione ottimali.

INNESTO D'OSSE DEMINERALIZZATO Nel 1889 viene utilizzato osso decalcificato per riparare difetti cranici con buoni risultati. In generale, l'osso demineralizzato può essere usato per i difetti craniofacciali con una minima reazione tissutale e scarsa attività osteoclastica. Da 8 a 12 settimane dopo l'impianto si evidenzia la crescita di osso nuovo, soprattutto nella parte durale e nelle parti in continuità con la superficie dell'innesto. Ha diversi vantaggi, come la flessibilità e la facile modellabilità. Nell'osso demineralizzato è stato rimosso il calcio per esporre le cosiddette "bone morphogenic proteins" (BMP), che stimolano la rigenerazione dell'osso. Va precisato che sia il tessuto osseo "manipolato" (demineralizzato) sia quello "non manipolato" sono entrambi tessuti non vitali.

INNESTO DI CARTILAGINE O DI ALTRI TESSUTI. L'uso di cartilagine (omologa o autologa) o del muscolo temporale o della fascia muscolare, nonché di grasso, riportata in alcuni report, è limitata a casi con difetti piccoli ed inoltre comporta un inadeguato supporto strutturale.

In particolare, la metodica degli innesti di cartilagine, tessuto facilmente modellabile e relativamente resi-

stente alle infezioni e le cui prime ricostruzioni risalgono al 1915, è accolta con entusiasmo ed attuata da diversi chirurghi. Le ricostruzioni dei difetti cranici con cartilagine presa da altri pazienti vanno molto durante la I Guerra Mondiale. L'esperienza poi mostrerà che in realtà i vantaggi sono minimi e che, invece, la rimozione di una o più cartilagini costali comporta: un secondo intervento non serio ma abbastanza dolorosa, una deformità minima ma reale ed una cicatrice fibrosa e spesso un riassorbimento rapido dell'innesto.

In generale, l'osso autologo è il materiale più naturale, sicuro e conveniente per la cranioplastica ed il più indicato nei bambini, in quanto permette un accrescimento armonico del cranio. Benché abbia una modellabilità relativa, presenta un basso rischio di infezione ed è evidente che non esistono problemi di rigetto. Inoltre, il tessuto innestato conserva una notevole cellularità, mentre viene annullata la possibilità di trasmissione di patologie infettive. Per tali motivi, quando è possibili eseguirli, gli innesti autogeni vengono considerati di prima scelta. I siti attualmente preferiti per i prelievi autologhi sono il cranio, le coste e l'osso iliaco. Gli innesti con coste o con osso iliaco sembrano associarsi ad un minore riassorbimento, probabilmente per il diverso rapporto della componente corticale e spongiosa. Nella scelta della sede del prelievo occorre tenere presente che: le ossa del cranio hanno una scarsa componente spongiosa, sono fragili, di spessore esiguo nei bambini e la loro manipolazione presenta difficoltà tecniche; gli innesti con coste, che hanno il vantaggio di essere curve e sottili, spesso però sono gravati da complicazioni nella sede del prelievo, infatti nel 12% dei casi compare un pneumotorace; infine nei graft con l'osso iliaco, adatto quando è necessario un ampio segmento osseo spongioso, spesso compare, dopo il suo prelievo, un dolore persistente.

Gli innesti di osso autologo, biologicamente senz'altro i migliori, hanno tuttavia dei limiti importanti. Infatti, non tutti i pazienti, ad esempio, sono disposti a sottoporsi a prelievi di osso, né tutti si trovano nelle condizioni generali di salute compatibili con interventi di prelievo di grandi quantità di osso, come per esempio le creste iliache. A causa di queste limitazioni sono stati ripresi gli alloinnesti, in genere prelevati da cadaveri, valutati attentamente secondo determinate linee guida e sottoposti a una serie di processi fisici o chimici per prevenire la trasmissione di malattie infettive e per minimizzare il rischio di rigetto. In genere il tessuto osseo, una volta prelevato, viene de-

mineralizzato e successivamente congelato. Sia l'eliminazione della componente inorganica sia il congelamento sembrano aumentare le proprietà osteoconduttive dell'innesto posizionato nel sito ricevente. Molto probabilmente la demineralizzazione aumenta la disponibilità di una serie di fattori di crescita che, per osteoinduzione, promuovono la crescita di nuovo osseo nel sito ricevente. L'osso omoplastico è disponibile presso le banche di osso, che hanno il compito di raccogliere, valutare d'idoneità, processare, crioconservare e ridistribuire i campioni ossei prelevati a scopo d'innesto.

❑ SOSTITUTI BIOCOMPATIBILI DELL'OSSO

■ *Metallici*

ALLUMINIO. Il primo tentativo di riempire un difetto cranico per mezzo di una lamina di questo metallo risale al 1893. Il paziente morì 10 giorni dopo l'intervento. Successivamente anche altri riportarono questo utilizzo.

ORO. Nel 1895 si riprese la procedura di inserire una placca d'oro. Il paziente così operato fu seguito per 2 anni e mezzo e non gli fu riscontrato alcuna reazione avversa. Nel 1917 in Francia furono pubblicati i risultati di 100 casi di cranioplastica d'oro. In questa casistica solo 2 pazienti erano morti per infezione e 2 avevano dovuto rimuovere l'impianto per suppurazione della ferita. In questi ultimi, la lamina era stata trovata fermamente fissa ed in buona posizione.

ARGENTO. Il suo utilizzo è raccomandato e praticato in Francia agli inizi del 1900. Riferiti casi trattati con successo anche in Inghilterra. Vengono segnalate reazioni all'ossido che si forma sull'argento e scolorimento della cute sopra la placca.

PLATINO. Nel 1929 viene descritto l'uso di questo metallo, che rimase in sede cranica per almeno 14 mesi senza provare alcun segno di reazione. Il costo di questo materiale ne precluse ovviamente il consumo.

PIOMBO. Nel 1908 si ha la prima notizia dell'uso di piombo per una cranioplastica. Come prevedibile, il paziente però sviluppò una intossicazione saturnina. Questa complicanza ne controindica l'impiego.

VITALLIO. Nel 1937 viene suggerito l'uso di questa lega di cobalto, cromo e molibdeno, che negli esperimenti elettrolitici in vitro aveva dimostrato di essere chimicamente inerte e quindi molto resistente alla corrosione. Inizialmente sviluppato per le placche dentali, fu il primo metallo non puro ad essere utiliz-

zato nella riparazione dei difetti cranici. Fu usato per alcuni anni, poi abbandonato per la mancanza di malleabilità.

TICONIO. Composto di cobalto, cromo, nickel e molibdeno, fu proposto come materiale per la cranioplastica nel 1941. Come il vitallio è inerte, solido e leggero, però è malleabile. Sarebbe potuto diventare il metallo più diffuso, se la II Guerra mondiale non ne avesse fermato i trials clinici.

TANTALIO. Scoperto nel 1802, il 73esimo elemento della tavola periodica è proposto come materiale per la cranioplastica nel 1942, dopo esperimenti sugli animali che avevano mostrato che non determina reazioni tissutali. La sua introduzione e generale accettazione blocca per un certo tempo gli esperimenti con altri metalli. Ha un notevole impulso durante la II guerra mondiale. Sembrava essere un materiale ideale, era un composto noto, essendo usato da alcuni decenni nell'industria, poteva essere modellato nella forma desiderata prima dell'intervento, non fu quasi mai vista una risposta infiammatoria del soprastante scalpo o dell'osso adiacente, era inerte, non riassorbibile e resistente alla corrosione. Aveva però anche degli svantaggi: la sua estrazione era difficoltosa e pertanto costosa; conduce molto bene il caldo ed il freddo e questo determinava cefalee negli estremi sbalzi di temperatura ed infine è radioopaco e quindi problematico nelle indagini radiologiche. Per queste ragioni finì rimpiazzato dai composti acrilici.

ACCIAIO INOSSIDABILE. Questa lega di ferro, carbonio e cromo fu impiegata nel 1945, verso la fine della II Guerra Mondiale. La rete di acciaio inossidabile era raccomandata solo per piccoli difetti, infatti era così flessibile che il minimo trauma poteva creare deformità permanenti della protesi. Il composto condivide molte proprietà del tantalio, ma rispetto a questo è molto più economico: 1/290 del suo prezzo.

TITANIO. Il 22esimo elemento della tavola periodica, scoperto nel 1796, diviene commercialmente disponibile nel 1946 grazie ad un processo chimico di riduzione ed è usato per la prima volta in una cranioplastica nel 1965. Risultava molto meno riducente del tantalio e notevolmente meno costoso. Inoltre era biocompatibile e solido, purtroppo era difficile da modellare intra-operatoriamente.

■ *Non metallici*

CELLULOIDE. È stata usata nel 1890. La sua disponibilità e flessibilità portano al suo ampio uso dapprima in Austria, poi in Germania e quindi su più ampio rag-

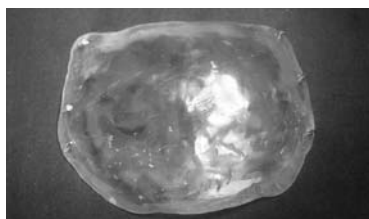


Figura 7. Manufatto in resina (Torcia E. et al.⁽³⁾).

gio. L'entusiasmo viene però smorzato dalla reazione cellulare esuberante e dal essudato sieromematico che si forma intorno alla placca e che richiede frequenti aspirazioni ed in alcuni casi causa la formazione di fistole. Nonostante questi problemi la celluloides è stata ampiamente usata prima dell'introduzione del tantalio e del metilmetacrilato nel 1940.

RESINE ACRILICHE. Già prima della II Guerra Mondiale, le resine acriliche (plastica) erano conosciute come il materiale ideale per le protesi dentali, infatti non inducono quasi alcuna reazione tissutale. Nel 1940, dopo esperimenti sugli animali che non dimostrarono alterazioni durali, viene usato per le cranioplastiche il metilmetacrilato (Figura 7), conosciuto sotto i nomi commerciali di Vitacril, Lucite, Plexiglas, Cristallite o Cranioplastic. I primi preparati erano radiolucidi. Per superare questo problema che non permetteva l'individuazione radiologica delle fratture della protesi e della dislocazione dei suoi frammenti, si impregnarono le placche con un po' di bario. Fu introdotta anche una rete metallica di filo d'acciaio inossidabile o di titanio (Figura 8) all'interno delle protesi, per ridurre il suo potenziale di frattura. Le protesi possono essere modellate durante l'atto chirurgico oppure realizzate precedentemente su misura in polimetilmetacrilato, su modello tridimensionale della testa del paziente (Figura 9).

IDROSSIAPATITE. Questo composto di fosfato di calcio, è un minerale che si trova naturalmente nell'osso, costituisce infatti il 60% dello scheletro umano calcificato. È stato prodotto sinteticamente negli anni

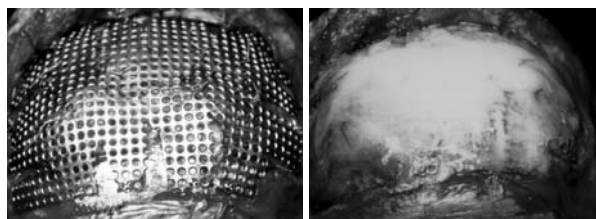


Figura 8. Rete di titanio modellata a formare le bozze frontali. La rete è stata rivestita da un sottile strato di metilmetacrilato (Pompili A. et al.⁽³⁾).

'70, mediante un processo di sintetizzazione (agglomeramento di una polvere a temperatura inferiore al punto di fusione), ed è usato clinicamente da circa 20 anni. L'idrossiapatite (HA) è disponibile in due forme: ceramica e non. Solo la prima è quella che finora è stata utilizzata nelle protesi e quella che è più resistente all'assorbimento in vivo. Tutte le forme di HA hanno un'eccellente biocompatibilità e quando posizionate a diretto contatto con l'osso mostrano osteoconduzione e osteointegrazione ed, in presenza di fattori di induzione della crescita ossea, anche osteoinduzione. L'HA ceramica, a sua volta, è disponibile in due forme: densa e porosa. La prima è interamente sintetica, non ha pori e può essere fabbricata in blocchi o granuli, che sono difficili da modellare e non permettono la crescita del tessuto osseo. La seconda può essere prodotta sinteticamente o può essere ottenuta dagli scheletri di particolari coralli marini, chimicamente convertiti. Il vantaggio principale dell'HA porosa è la crescita al suo interno del tessuto osteo-fibroso e quindi la saldatura al tessuto osseo circostante in alcune settimane. Quando la crescita del tessuto osteo-fibroso è completa, l'impianto è costituito per circa il 17% da osso, il 43% da tessuto molle e il 40% da HA.

Oltre all'eccellente legame con l'osso, l'HA provoca scarsa reazione da corpo estraneo, però è estremamente fragile e non flessibile. L'HA porosa ceramica

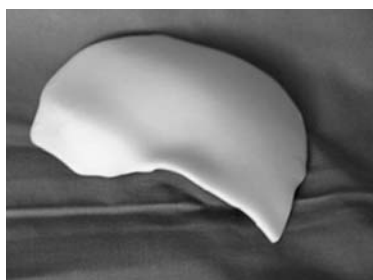


Figura 9. Protesi cranica in polimetilmetacrilato realizzata con tecnica "custom made" (Dallolio V. et al.⁽³⁾).

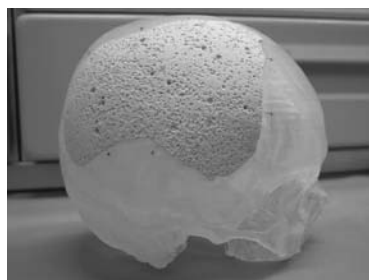


Figura 10. Manufatto in idrossiapatite porosa realizzato con tecnica "custom made".

è molto versatile e può essere combinata chimicamente con molti biomateriali per variare le sue proprietà fisiche. Può essere anche usata come trasportatore di materiale attivo biologicamente, come le proteine della crescita ossea, che aumentano la crescita dell'osso nei pori.

POLIETILENE E SILICONE. Il polietilene è un composto chimico sviluppato nel 1936, utilizzato inizialmente come isolante nei fili elettrici degli aeroplani ed usato, dopo studi sugli animali, nelle cranioplastiche nel 1949. È soffice e perciò non raccomandato come materiale di supporto. Il suo uso va limitato a difetti di piccole e medie dimensioni che non richiedono un rigido contrafforte (per esempio, nella riparazione di una craniectomia temporale). La gomma di silicone è stata introdotta come materiale cranioplastico nel 1968, ma la sua morbidezza, come quella del polietilene, ne ha impedito l'ampio uso.

ALTRE SOSTANZE. Sono stati provati numerosi altri materiali per colmare i difetti cranici, quali gomma guttaperca, gesso di Parigi (solfato di calcio emi-idrato), mica, gomma, sughero, ceramica di alluminio e tanti altri ancora.

□ CONCLUSIONI

La ricerca del materiale "ideale" da impiegare è attiva da lungo tempo, solcata da progressi ed insuccessi. Nel tempo si è cercato un materiale:

- facilmente modellabile,
- poco costoso,
- comunemente disponibile,
- esteticamente valido,
- biologicamente e chimicamente inerte,
- stabile e duraturo,
- termo-ionicamente inerte,
- leggero ma resistente,
- non antigenico,
- non cancerogeno né corrosivo,
- compatibile con tutti gli esami diagnostici,
- compatibile con la crescita ossea circostante,
- sterilizzabile,
- facilmente impiantabile,
- custom made.

Al di là di alcune caratteristiche fondamentali va da sé però che il principio della cranioplastica vincente risiede nella sua capacità di osteoconduzione e osteoinduzione e con i promettenti risultati ottenuti dall'idrossiapatite porosa in tal senso siamo davvero sulla buona strada!

□ BIBLIOGRAFIA

1. Artico M., Ferrante L., Pastore F.S., Ramundo E.O., Cantarelli D., Scopelliti D., Iannetti G.: Bone autografting of the calvaria and craniofacial skeleton: historical background, surgical results in a series of 15 patients, and review of the literature. *Surg Neurol* 2003; 60: 71-79.
2. Caccialanza E.: Il problema delle cranioplastiche dal punto di vista storico ed etio-patogenetico. *Min Chir* 1983; 38: 815-818.
3. Dalloio V., Monolo L.(a cura di): La cranioplastica. new Magazine edizioni, Trento, 2001
4. Durand J.-L., Renier D., Marchac D.: L'histoire des cranioplasties. *Ann Chir Plast Esthet* 1997; 42: 75-83.
5. Kim D.J.: The appeal of holes in the head. 17-24. In: The Proceedings of the 13th annual History of medicine days. Health Sciences Calgary, 2004 march 19-20. W.A. Whitelaw, 2004, 17-24.
6. Gosain A.K., Persing J.A.: Biomaterials in the face: benefits and risks. *J Craniofac Surg* 1999; 10: 404-441.
7. Lecène P.: Cranioplasty and cranial prosthesis (1920). *Plast Reconstr Surg* 1986; 78: 530-535.
8. Lillie M.C.: Cranial surgery: the epipalaeolithic to neolithic populations of Ukraine. In: R. Arnott, S. Finger, C.U. Smith (editors). *Trepanation: history, discovery, theory*. Swets & Zeitlinger, The Netherlands, 2003, 175-188.
9. Marino R., Gonzales-Portillo M.: Preconquest peruvian neurosurgeons: a study of Inca and pre-Columbian trepanation and the art of medicine in ancient Peru. *Neurosurgery* 2000; 47: 940-950.
10. Prolo D.J.: Difetti cranici e cranioplastica (Capitolo 204). In: R.H. Wilkins, S.S. Rengachary (a cura di): *Trattato di neurochirurgia*. Medical Books, Palermo, 1987, 1-11.
11. Rah D.K.: Art of replacing craniofacial bone defects. *Yonsei Med J* 2000, 41 (6): 756-765.
12. Rawlings C.E. III, Wilkins R.H.: Ceramiche di fosfato di calcio come sostituti dell'osso (Capitolo 19). In: R.H. Wilkins, S.S. Rengachary (a cura di): *Neurochirurgia aggiornamento. Diagnosi, tecnica operatoria e neuro-oncologia*. Medical Books, Palermo, 1991, 219-225.
13. Reeve D.L.: *Cranioplasty*. Charles C. Thomas Publisher, Springfield, 1950.
14. Rose L.F., Rosenberg E.: Bone graft and growth and differentiation factors for regenerative therapy: a review. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001; 13 (9): 725-734.
15. Sanan A., Haines S.: Repairing holes in the head: a history of cranioplasty. *Neurosurgery* 1997; 40 (3): 588-603.
16. Sanan A., Rengachary S.S.: History of calvarial reconstruction. In: S.S. Rengachary, E.C. Benzel (editors). *Calvarial and dural reconstruction*. The American Association of Neurological Surgeons, 1998, 1-21.
17. Storia della medicina, della farmacia, dell'odontoiatria e

della veterinaria (vol. 1). Walk Over Italiana, Bergamo 1982.

18. Stula D.: Cranioplasty. Springer-Verlag, Wien, 1984.
19. Walker A.A.: Neolithic surgery. *Archaeology* 1997; 50 (5): 19.
20. Zanchin G.: La neurologia nella storia. Un itinerario sugli sviluppi delle neuroscienze. Milano, Mediamed, 1999.

□ RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo il Prof. John A. Persing del Dipartimento di Chirurgia Plastica dell'Università di Yale per la pronta disponibilità collaborativa e la Signora Helen Roginiel dello stesso Dipartimento ed il Dr Francesco Lupidi del Dipartimento di Neurochirurgia dell'Università degli Studi di Verona per l'aiuto nel reperimento di materiale bibliografico.

Articolo originale

Il biomimetismo per dispositivi medici di qualità

A. NATALONI

Fin-Ceramica Faenza - Medical Devices, Faenza

Da alcuni anni si è instaurato nel linguaggio dei biomateriali il termine biomimetismo. Il significato semantico del termine, anche se intuitivo, non è facile da rendere concettualmente in una definizione scritta. In realtà, il concetto di biomimetismo dovrebbe corrispondere a quello di mimetismo applicato al campo biologico.

Nella moderna biologia il biomimetismo è il contenitore concettuale di un insieme di comportamenti e proprietà dei materiali che hanno in comune elementi di *biointerazione*, *biointegrazione* e *biostimolazione*, altrimenti pensati come fra loro separati. Per approdare ad una definizione corretta bisogna esaminare il percorso storico tramite il quale il concetto si è formato.

In passato, disponendo di materiali, non sempre graditi dall'organismo umano, ma utili ed allora insostituibili (per alcune loro peculiari caratteristiche fisiche) per costruire protesi o dispositivi da impianto, si ricorreva al rivestimento delle superfici protesiche con altri materiali più accettati. In campo biomedicale, la ricopertura delle superfici di un oggetto destinato all'impianto assume già di per sé il significato di biomimetismo. È un primo stadio del concetto, in quanto si tende a mascherare un oggetto, costruito con un materiale non gradito all'organismo umano, con uno capace di far credere al sistema biologico di essere invece in contatto con una sostanza gradita.

I rivestimenti potevano essere effettuati con materiali ceramici o polimerici, ma a scarsissima interattività biologica. Un gradino successivo è stato acquisito

quando si è voluto dotare questo rivestimento della capacità di legarsi all'osso, ovvero di osteointegrarsi. Affinché ciò potesse avvenire, si è iniziato a rivestire, per esempio, protesi metalliche con idrossiapatite, un materiale chimicamente assai corrispondente al contenuto minerale dell'osso, quindi affine a questo tessuto e da esso, oltretutto tollerato, considerato un po' come una parte di sé, tant'è che si è osservato che cellule e trabecole ossee vanno ad aderire sulla sua superficie. Un terzo gradino lo si è superato quando si è pensato alla porosità del rivestimento, affinché il tessuto osseo si insinuasse in esso, conferendo all'insieme una sorta di continuità meccanica vincolativa, garantita dalle protuberanze ossee infilate ed intrecciate fra loro entro la porosità. Questa metodologia è stata mutuata da una antecedente con cui si dotava di fori passanti la protesi, in modo tale che l'osso vi crescesse attraverso, costituendo così anche un vincolo meccanico.

Fin qui il concetto è semplice, si attua una sorta di mascheratura con qualcosa che non si modifica, ma semplicemente disperde qualche opportuno ione o si discioglie più o meno velocemente.

Un passo ulteriore lo si è attuato con sostanze che, a loro volta, reagissero agli stimoli biologici in modo differente, in qualità ed intensità, a seconda della natura e/o dell'intensità dello stimolo biologico.

Altro salto in avanti è stato quello dell'incontro reattivo reciproco fra materiale impiantato e tessuto. Il corpo umano è infatti dinamico nelle sue trasformazioni. Nel caso specifico dell'osso avviene continuamente un rimodellamento. Un materiale bioattivo può

Corrispondenza: Dott. Angelo Nataloni, Fin-Ceramica Faenza, via Ravegnana 186, 48018 Faenza (RA), tel. 0546-46679, fax 0546-46422, e-mail: angelo.nataloni@fin-ceramicafaenza.com, www.fin-ceramicafaenza.com

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 133-134.

Articolo ricevuto in redazione in data 8 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

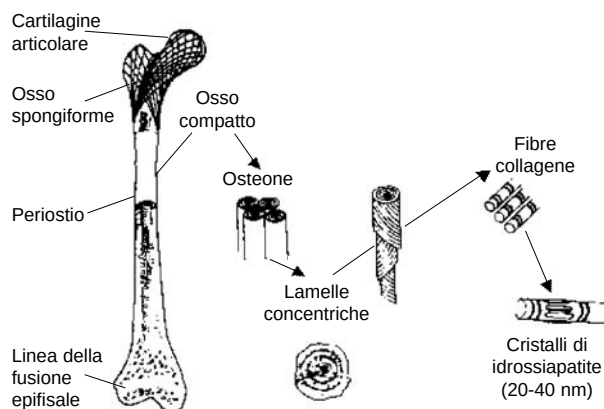


Figura 1. Composizione strutturale e chimica dell'osso umano: 70% idrossiapatite, 22% matrice organica e 8% acqua.

partecipare da solo al rigenerarsi del tessuto guidandone la formazione. La sua risposta è quindi positiva; subisce cioè una reazione biologica e di conseguenza si comporta, assumendo un ruolo attivo.

Oggi gli studiosi dei materiali, in stretto contatto con la scienza medica, e supportati dal mondo industriale, possono trovare giovamento nell'esplorare l'impiego di materiali sintetici per l'ingegneria dei tessuti. Questo è un modo per rivoluzionare la scienza degli impianti, che possono comportare modi facili nel processo di produzione e nell'applicazione presentare utili caratteristiche di biocompatibilità, biodegradabilità e di sviluppo di legame biologico coi tessuti circostanti al loro luogo di applicazione.

Nel caso dell'osso, dove le soluzioni che coinvolgono bioceramici sono le più numerose, la tecnologia sintetica ha prodotto una sua struttura microarchitetturale, l'idrossiapatite porosa, capace di risolvere nu-

merosi problemi (Figura 1). Tuttavia ciò sarà possibile solo quando l'osso circostante l'impianto risulterà vascularizzato e la bioceramica funzionerà come uno scaffold entro il quale le cellule troveranno la loro sede "naturale" per riprodursi. Un materiale sintetico geometricamente strutturato e chimicamente composto seguendo le indicazioni della natura, capace di sostenere carichi e gestire, una volta invasivo, le sollecitazioni.

Nonostante ciò, già la semplice osservazione naturalistica se da un lato ci permette di riprodurre la struttura inorganica del tessuto osseo, dall'altra deve essere aiutata dalle moderne tecniche di progettazione per realizzare forme complesse. Le ossa sono infatti dotate di forme irregolari e ciò è appunto difficile da riprodurre. Del resto, forma e struttura delle ossa si sono evolute in un progetto naturale inteso a dar corpo a strutture capaci di resistere a tipi molto specifici di carico, quali quelli propri delle sollecitazioni a cui ogni osso dello scheletro è sottoposto durante tutto il ciclo di vita.

La biomimetica studia non solo la struttura e le funzioni dei materiali biologici, ma anche i sistemi per la progettazione dei materiali. Guardare la natura come guida per la produzione di biomateriali e realizzarli con metodologie opportune portano a trovare soluzioni biomimetiche.

In questo specifico caso la realizzazione di un dispositivo per la ricostruzione di craniolacunie realizzato in un materiale sintetico chimicamente assai corrispondente al contenuto minerale dell'osso, l'idrossiapatite porosa, e prodotto attraverso un sistema di progettazione assistita da tecniche computerizzate tridimensionali, è un esempio concreto e ben riuscito di dispositivo medico biomimetico ad alta qualità.

Articolo originale

Perché l'idrossiapatite porosa bioceramica?

A. NATALONI, D. PRESSATO

Fin-Ceramica Faenza - Medical Devices, Faenza

INTRODUZIONE

Premesso che il miglior sostituto osseo è l'osso autologo stesso, il suo utilizzo come riempitivo di lacune ossee comporta, purtroppo, l'insorgenza di numerose complicanze ed è associato ad una elevata incidenza di morbidità come il dolore nella sede di prelievo, l'aumento della perdita ematica, l'aumento dei tempi chirurgici, presenza di ulteriori cicatrici. Inoltre, in molti casi, riportati anche in letteratura, la quantità di osso autologo prelevabile e disponibile per l'innesto risulta insufficiente. Di conseguenza nel corso degli anni si sono diffuse altre metodologie come l'uso dell'osso da donatore (innesto omologo), da animale (innesto eterologo) e soprattutto ultimamente si sta facendo sempre più ricorso a materiali sintetici in grado appunto di funzionare come sostituti ossei (cementi, polimeri, ma soprattutto bioceramiche).

LA RICOSTRUZIONE OSSEA

Le condizioni necessarie perché si realizzi una effettiva ricostruzione ossea sono rappresentate da fattori biologici e meccanici quali l'esistenza di un sostegno meccanico (supporto) su cui si possono sviluppare i processi di differenziazione osteogenetica e l'esistenza di una popolazione cellulare in grado di promuovere la formazione di tessuto osseo. Come già anticipato, l'innesto autologo è unilateralmente considerato il gold standard tra i riempitivi, ciò in funzione del-

la contemporanea presenza di tutte quelle proprietà di *osteoaduttività* (capacità attiva di indurre una differenziazione cellulare in grado di realizzare una matrice ossea), di *osteoaduttività* (capacità passiva di ricevere una risposta ossea attraverso l'invasione vascolare dal tessuto osseo adiacente) e di *osteogenesi* (capacità di costruire matrice ossea da cellule osteoformatrici). Ma preso atto che in ogni caso gli svantaggi degli innesti autologhi, come quelli eterologhi e/o omologhi sono comunque superiori ai vantaggi, la chirurgia si è rivolta alle biotecnologie le quali hanno sviluppato biomateriali sintetici, molto duttili e versatili, dotati soprattutto di notevoli capacità osteoaduttive e di ottime proprietà meccaniche.

CHE COS'È L'IDROSSIAPATITE?

“Dall'esame quantitativo del tessuto risulta che circa il 60% è costituito da sali minerali, il resto da materiale organico e acqua. I sali sono distribuiti nella sostanza fondamentale sotto forma di microcristalli esagonali del tipo della idrossiapatite (HA) con formula: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ [...]” (I. Wegelin, 1985).

Il termine idrossiapatite non è quindi un nome commerciale, ma scientifico. L'idrossiapatite si può ottenere sia per derivazione naturale, ma anche sintetica. E idrossiapatite è anche il nome di un bioceramico di sintesi che mostra la stessa formulazione chimica dei microcristalli ossei e di conseguenza ha lo stesso rapporto Ca/P presente nei tessuti ossei. Nel corso della

Corrispondenza: Dott. Angelo Nataloni, Fin-Ceramica Faenza, via Ravennana 186, 48018 Faenza (RA), tel. 0546-46679, fax 0546-46422, e-mail: angelo.nataloni@fin-ceramicafaenza.com, www.fin-ceramicafaenza.com

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 135-138.

Articolo ricevuto in redazione in data 8 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

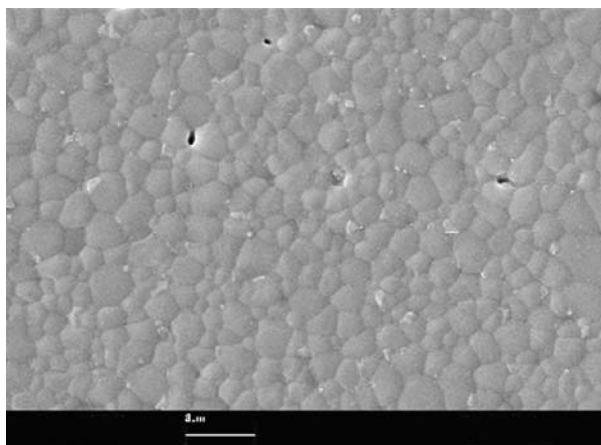


Figura 1. Idrossiapatite densa.

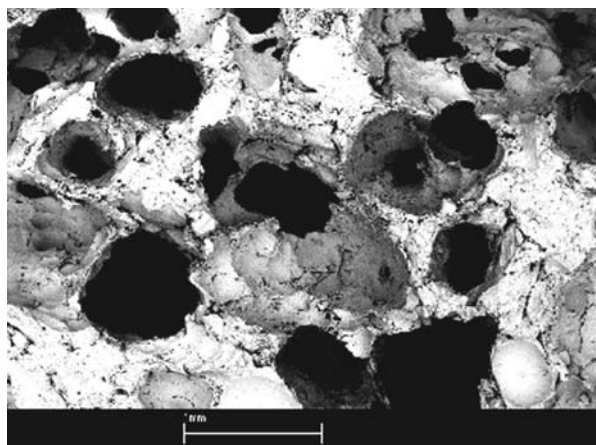


Figura 2. Idrossiapatite porosa.

sua storia è stata prodotta con svariate metodologie e con caratteristiche assai diverse (Figure 1 e 2).

Tuttavia l'osteconduttività è direttamente proporzionale alla porosità che può variare in termini di grandezza, di numero dei pori e tipologia di interconnessione. Maggiore è il grado di interconnessione e di porosità e migliore risulta l'osteconduttività.

Attualmente, sulla base di un attento studio del tessuto osseo, il materiale artificiale più adatto a tale scopo è l'idrossiapatite sintetica a vari gradi di porosità che per morfologia strutturale e chimica può essere considerata analoga all'impalcatura inorganica dell'osso (Figure 3 e 4). I presupposti essenziali di tale affermazione si basano sul fatto che tali sostituti ossei soddisfino i seguenti punti:

- a) assoluta biocompatibilità del materiale;
- b) stechiometria chimica sovrapponibile a quella dell'osso naturale;

c) appropriata porosità e distribuzione dimensionale dei pori;

d) resistenza meccanica adatta allo scopo (Tabella 1). Senza paragonare l'idrossiapatite porosa ad altri sostituti ossei sintetici, questo biomateriale (se prodotto nel pieno rispetto della normativa di riferimento ISO/DIS 13779) risulta, al momento, il miglior sostituto osseo sintetico per i seguenti motivi:

- 1. non mostra attività tossiche sistemiche o locali;
- 2. non stimola nessuna reazione immunitaria nell'ospite;
- 3. rilascia ioni fosfato all'ambiente fisiologico circostante agevolando la neo-osteogenesi (l'interazione chimica che avviene fra tessuto osseo e materiale ceramico comporta un interscambio per spessori anche di decine di micron particolarmente importante per la ricostruzione ossea ed il processo riparativo);

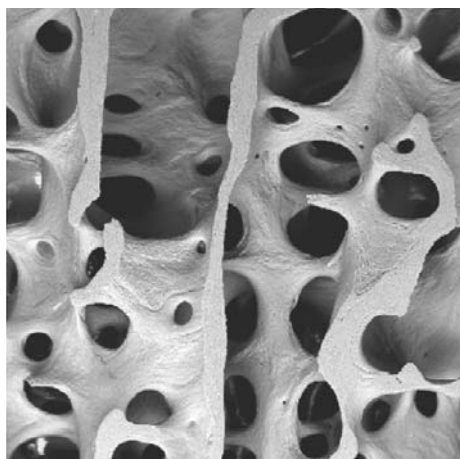


Figura 3. Morfologia osso naturale.

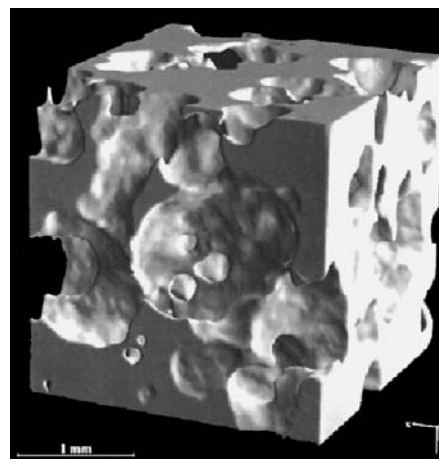


Figura 4. Morfologia idrossiapatite porosa.

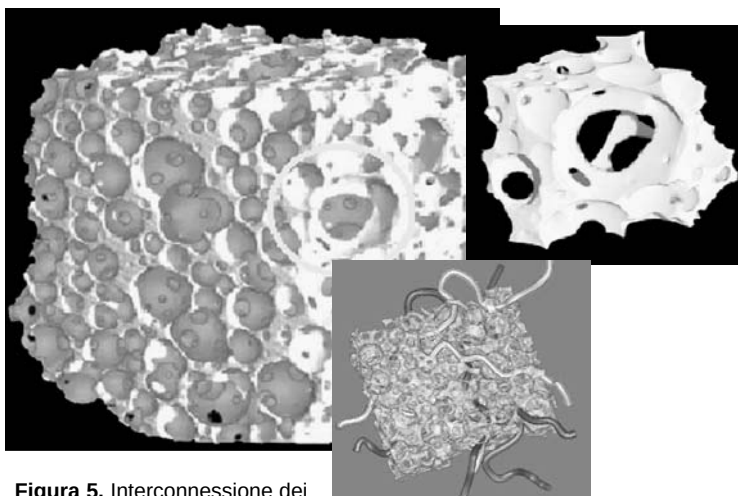


Figura 5. Interconnessione dei pori.

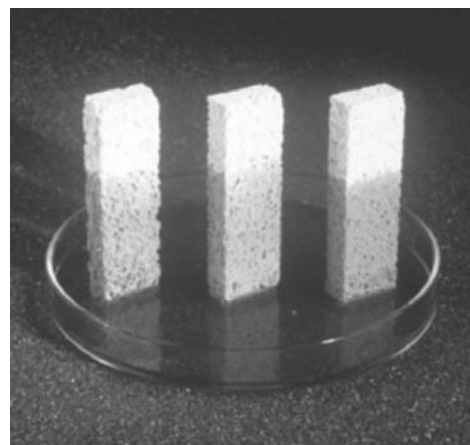


Figura 6. Notare l'assorbimento di liquido come evidenza di porosità interconnessa.

4. simile nella sua struttura chimico, fisica e geometrica al tessuto osseo umano;
 5. porosità interconnessa (Figure 5 e 6);
 6. si osteointegra con processi di osteoconduzione. Importante e utile sottolineare come, una volta che la stechiometria chimica dell'idrossiapatite sia rispettata, la porosità ed in specifico la distribuzione dimensionale dei pori, giochi un ruolo determinate e decisivo nei processi di osteointegrazione a coinvolgimento non solo dei liquidi fisiologici e delle cellule a varia specializzazione, ma anche delle proteine nel loro divenire. Ne consegue, da quanto riportato, come la porosità del materiale sia il punto chiave per l'ancoraggio dello stesso al tessuto osseo; infatti il contatto inizialmente superficiale determina la formazione di un'interfaccia non solo di tipo fisico, ma di tipo biologico-invasivo in conseguenza del quale l'ancoraggio risulta particolarmente stabile.

□ BIBLIOGRAFIA

1. Basset B.: Clinical implications of cell function in bone grafting. Clin Orthop Rel Res 1987; 87: 4-59.
2. Fabbri M., Celotti G.C., Ravaglioli A.: Hydroxyapatite-based porous aggregates: physico-chemical nature, structure, texture and architecture. Biomaterials 1995; 15 (3): 225-228.
3. Fortunato G., Polodas G., Nisii A., Mundula P., Pistilli R., Piccolino P., Pipolo G., Fortunato R.: Idrossiapatite porosa e colla di fibrina nella chirurgia ricostruttiva ed estetica cranio-facciale. La Medicina Estetica 1995; 19: 167-170.
4. Cerroni L., Filocamo R., Caropreso S., Fabbri M., Condò S.G.: Influenza degli aggregati porosi a base di idrossiapatite su cellule osteosimili. In: Atti del Congresso Nazionale Biomateriali, Roma, 23-24 settembre 1999. Enea, Roma, 1999.
5. Chistolini P., Ruspantini I., Bianco P., Corsi A., Quarto R., Cancedda R.: Biomechanical evaluation of cell-loaded and cell-free hydroxyapatite implants for the reconstruction of segmental bone defects. J Mat Science 1999; 10: 739-742.
6. Gauthier O., Gouin F., Aguado E., Passuti N., Daculsi G.: Biomaterials for bone substitution and bone allografts: pared study in full weight-bearing conditions. Rev Med Vet 1997; 148 (10): 813-821.
7. Mangano C., Bartolucci E., De Franco M., Fornara R., Piattelli A., Scarano A.: Una nuova idrossiapatite in chi-

Materiale	Porosità (Vol. %)	Resistenza a compressione (MPa)	Resistenza a flessione (MPa)	Elasticità (GPa)
Osso spongioso	50-80	1,6	quasi nulla	9-32
Osso corticale	5-10	131-205	49-148	11-17
Idrossiapatite porosa	55-65	7-13	2,5-3,5	9-10

Tabella 1. Comparazione tra le caratteristiche biomeccaniche dell'idrossiapatite porosa in rapporto all'osso spongioso e all'osso corticale.

- rurgia rigenerativa: studio immunocitochimico sull'uomo. *Dental Cadmos* 2000; 2: 69-74.
8. Martinetti R., Belpassi A., Nataloni A., Biasini V., Martignani G.: Porous hydroxyapatite as syntetic bone graft: physico-chemical characterisation. In: *Atti del Congresso Nazionale Biomateriali*, Roma, 23-24 settembre 1999. Enea, Roma, 1999.
 9. Nataloni A., Martinetti R., Servadei F., Staffa G., Piconi C.: Porous hydroxyapatite custom made for cranioplasty: two years of clinical experience. *Proceedings of 13th International Symposium on Ceramics in Medicine*, Bologna, 20-26 novembre 2000. *Bioceramics* 2000; 13: 881-884.
 10. Olmi R, Moroni A., Ravaglioli A., Krajewski A., Pizzoferrato A.: Impianti di idrossiapatite in femori di conigli. Osservazioni istologiche e microradiografiche. *Cgrr Org Mov* 1984; 69: 383-390.
 11. Ravaglioli A., Krajewski A., Piattelli A., Martinetti R., Mangano C.: Clinical comparison between the hydroxyapatite fillers. In: *Atti del 9th International Symposium on Ceramics in Medicine*, Tokyo (Japan), 20-25 novembre 1996. *Bioceramics* 1996; 9: 185-189.
 12. Wegelin I., Pane G. *Lezioni di istologia*. Società Editrice Esculapio, Bologna, 1985, 107-108.

Informazioni

□ I quando, i come ed i perché di una cranioplastica

B. ZANOTTI, A. NATALONI*, A. VERLICCHI, F. LUPIDI**, M. VINDIGNI

Struttura Operativa Complessa di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine

** Fin-Ceramica Faenza, Medical Devices, Faenza*

*** Dipartimento di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera Borgo Trento, Università degli Studi, Verona*

Sono sostanzialmente tre le evenienze che portano all'indicazione di una cranioplastica:

1. craniectomia post-traumatica sia secondaria alla frammentazione ossea che impedisce una ricostruzione della volta cranica sia dovuta a tecniche di decompressione osteo-durale nei casi di rigonfiamento cerebrale non controllabile con i comuni provvedimenti conservativi;
2. craniectomia demolitiva per trattamento chirurgico di tumori destruenti che interessano l'osso, ab intrinseco, o per contiguità;
3. lacune ossee secondarie a sindromi di tipo malformativo.

A queste possono aggiungersi gli esiti di pregressi interventi chirurgici che hanno portato a:

4. osteite dell'opercolo con necessità di rimozione dello stesso;
5. riassorbimento osseo opercolare (Figura 1). Questo si realizza soprattutto nei casi dove manca l'apporto trofico da parte della dura.

La cranioplastica non deve essere eseguita quando è in atto un'infezione dei tessuti molli o, peggio ancora, una erosione cutanea. Se vi è stata una pregressa osteite il terreno deve essere a garanzia di bonifica. Sul tempo necessario che trascorra fra l'asportazione dell'opercolo infetto ed il nuovo reimpianto, non vi è uniformità fra i chirurghi.

Particolare attenzione deve essere posta in caso di distrofie cutanee, specie se post-attiniche o se la cra-

nioplastica risulta in contiguità con seni paranasali con mucosa lacerata. Inoltre, se vi è un problema di idrocefalo, questo dovrebbe essere risolto prima o contemporaneamente al posizionamento della cranioplastica.

Come deve essere la cranioplastica ideale?

Deve:

1. essere assolutamente biocompatibile;
2. essere perfetta nella ricostruzione del profilo osseo andato perduto con restituzione della funzione estetica e di quella protettiva;
3. garantire una procedura chirurgica semplice.

Inoltre, non deve alterare gli esami strumentali che si rendessero eventualmente necessari, quali RM, angio-

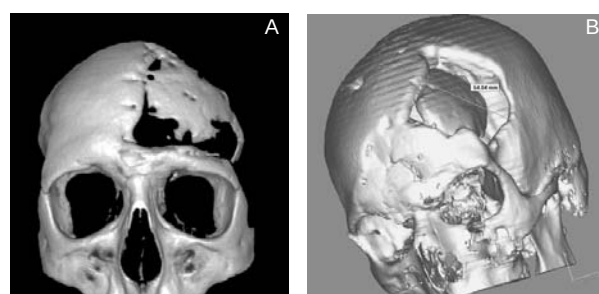


Figura 1. A. Immagine 3D alla TC che mostra un opercolo frontale in avanzato stato di riassorbimento. B. Ricostruzione al computer dai dati TC di un modello 3D di cranio che presenta un opercolo osseo (6,5 x 6,5 cm) dislocato ed in parte riassorbito.

Corrispondenza: Dott. Bruno Zanotti, S.O.C. di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, tel. 0432-552701, e-mail: zanotti.bruno@aoud.sanita.fvg.it, www.neurochirurgia-udine.it
Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 139-141.

Articolo ricevuto in redazione in data 5 maggio 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

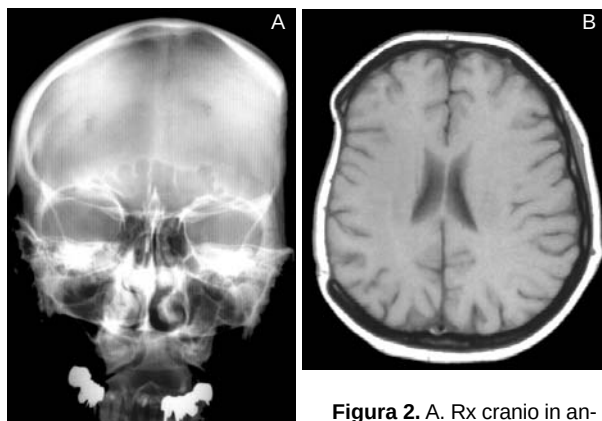
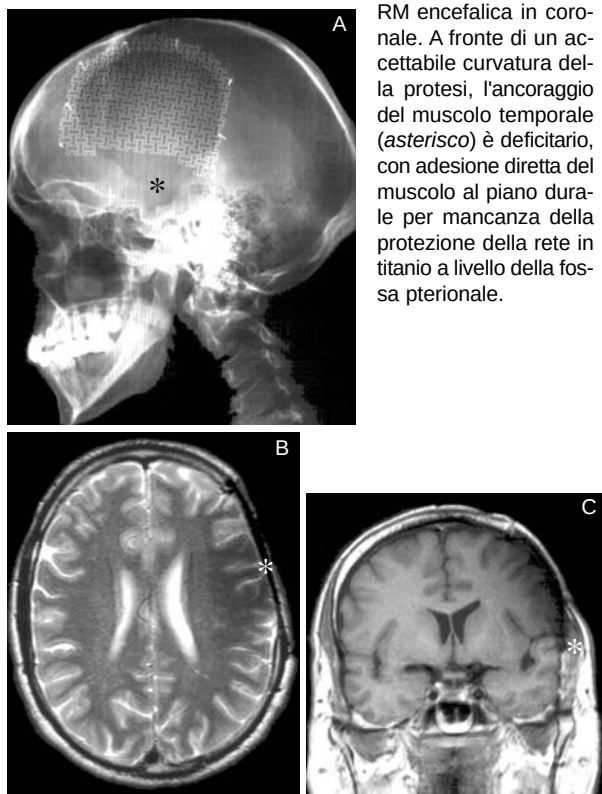


Figura 2. A. Rx cranio in antero-posteriore. Lacuna ossea. Alcuni anni prima era stato realizzata una cranioplastica utilizzando un sottile manufatto in resina realizzato sul tavolo operatorio che appare dislocato e con curvatura non corretta. B. Alla RM encefalica in assiale sono ben evidenti l'introflessione cutanea, il danno estetico e la mancanza di reale protezione del parenchima sottostante compresso.

Alcuni anni prima era stato realizzata una cranioplastica utilizzando un sottile manufatto in resina realizzato sul tavolo operatorio che appare dislocato e con curvatura non corretta. B. Alla RM encefalica in assiale sono ben evidenti l'introflessione cutanea, il danno estetico e la mancanza di reale protezione del parenchima sottostante compresso.

Figura 3. A. Rx cranio in latero-laterale che evidenzia la copertura di un'ampia lacuna ossea fronto-temporo-parietale con rete in titanio. Da notare che la parte inferiore della lacuna, nella loggia pterionale (asterisco), è rimasta priva di rete protettiva. B. Immagine RM encefalica in proiezione assiale. Sebbene il manufatto modellato in sala operatoria sia abbastanza ben riuscito, si rilevano una curvatura assiale (asterisco) non perfetta e il permanere di un certo grado di compressione parenchimale. C. Immagine RM encefalica in coronale. A fronte di un'accettabile curvatura della protesi, l'ancoraggio del muscolo temporale (asterisco) è deficitario, con adesione diretta del muscolo al piano durale per mancanza della protezione della rete in titanio a livello della fossa pterionale.



grafia, EEG, ecc., nella storia sanitaria del Paziente. Allo stato attuale della ricerca tecnologica sui materiali, sembra che proprio le cranioplastiche su misura in idrossiapatite porosa rispondano a questi requisiti. Con qualche cosa in più. Alla biocompatibilità si asomma la capacità osteoinduttiva dell'idrossiapatite porosa che rientra di diritto nel grande capitolo dei materiali biomimetici. Inoltre, la semplicità d'impianto porta ad una chirurgia di una facilità quasi disarmante.

È però anche vero che questa metodica presenta pure dei limiti. I principali sono la fragilità iniziale, che perdura comunque per molti mesi, ed il rilevante costo di produzione.

Detto questo, perché il Paziente con craniolacunia deve essere informato sulla necessità di sottoporsi ad un intervento di cranioplastica e, fra le possibili soluzioni tecniche, proprio con quella su misura in idrossiapatite porosa? Innanzi tutto, la protesi su misura garantisce il miglior risultato estetico. Non sempre ottenibile dall'uso di manufatti allestiti sul tavolo operatorio (Figure 2 e 3). Questo soprattutto nelle aree dove la sfida tecnica per il chirurgo è assai rilevante, vale a dire la riparazione di difetti orbitali quali l'orlo sopraciliare che presenta contorni assai irregolari. Ma la necessità di una copertura cranica è dettata anche e soprattutto dal fatto che è rilevabile un miglioramento neurologico dopo cranioplastica. Questo anche dovuto al fatto che si assiste ad un recupero del flusso ematico e del metabolismo locale ed un compenso pressorio fra i vari compartimenti endocranici.

Da verificare se, nei casi di epilessia post-traumatica o post-chirurgica, il posizionamento di una cranioplastica migliori lo stato di comizialità.

Il fatto poi che la cranioplastica in idrossiapatite porosa porti ad una osteointegrazione ottimale rappresenta quel valore aggiunto che la rende, allo stato attuale della ricerca biotecnologica, un manufatto le cui garanzie e potenzialità vanno esplicitate al Paziente.

□ BIBLIOGRAFIA

1. Acciarri N., Galassi E., Limoni P., Mazzatenta D., Calbucci F.: Cranioplastica e materiali di ricostruzione cranica: esperienza neurochirurgica in 92 casi. In: V. Dallolio, L. Monolo (a cura di): La cranioplastica. New Magazine edizioni, Trento, 2001: 21-34.
2. Agner C., Dujovny M., Gaviria M.: Neurocognitive assessment before and after cranioplasty. Case report. Acta Neurochirurgica 2002; 144. 1033-1040.
3. Erdogan E., Düz B., Kocaoglu M., Izci Y., Sirin S., Ti-

- murkaynak E.: The effect of cranioplasty on cerebral hemodynamics: evaluation with transcranial doppler sonography. *Neurol India* 2003; 51 (4): 479-481.
4. Gottlob I., Simonsz-Tóth B., Heilbronner R.: Midbrain syndrome with eye movement disorder: dramatic improvement after cranioplasty. *Strabismus* 2002; 10 (4): 271-277.
 5. Prolo D.J.: Difetti cranici e cranioplastica. In: R.H. Wilkins, S.S. Rengachary (a cura di): *Neurochirurgia*. Medical Books, Palermo, 1987: Vol. III, Cap. 204: 1-11.
 6. Rawlings III C.E., Wilkins R.H.: Ceramiche di fosfato di calcio come sostituti dell'osso. In: R.H. Wilkins, S.S. Rengachary (a cura di): *Neurochirurgia. Aggiornamento I*. Medical Books, Palermo, 1991: 219-225.
 7. Segal D.H., Oppenheim J.S., Murovic J.A.: Neurological recovery after cranioplasty. *Neurosurgery* 1994; 34 (4): 729-731.
 8. Staffa G., Servadei F., Nataloni A., Puricelli S., Davolio F., Dallolio V.: Il trattamento ricostruttivo con idrossiapatite porosa in singolo pezzo: esperienza su 11 casi. In: V. Dallolio, L. Manolo (a cura di): *La cranioplastica*. New Magazine edizioni, Trento, 2001: 161-165.
 9. Winkler P.A., Stummer W., Linke R., Krishnan K.G., Tatsch K.: Influence of cranioplasty on postural blood flow regulation, cerebrovascular reserve capacity, and cerebral glucose metabolism. *J Neurosurgery* 2000; 93: 53-61.
 10. Hobar P.C., Masson J.A., Wilson R., Zerwekh J.: The Importance of the dura in craniofacial surgery. *Plast Reconstr Surg* 1996; 98 (2): 217-225.

Note tecniche

|| Dalla TC al dispositivo su misura

A. NATALONI

Fin-Ceramica Faenza - Medical Devices, Faenza

□ INTRODUZIONE

Il progresso tecnologico ha permesso, in particolare negli ultimi anni, un notevole sviluppo della diagnostica per immagini ed ha determinato un importante miglioramento nella qualità delle prestazioni sanitarie. L'ideazione di apparecchiature che permettono di osservare il corpo umano in sezione, come la Tomografia Computerizzata (TC) e la Risonanza Magnetica (RM), ha rappresentato un cambiamento nella Radiologia fino ad allora limitata allo studio delle "ombre" delle strutture del corpo proiettate su una pellicola fotografica (ad esempio, la ben conosciuta lastra).

La tecnologia digitale e lo sviluppo dell'elettronica e dell'informatica hanno consentito una ulteriore evoluzione della diagnostica per immagini che oggi può usufruire di apparecchiature capaci di generare immagini tridimensionali. Queste nuove metodiche sono ora utilizzate anche per la pianificazione di interventi chirurgici e per la progettazione di *dispositivi medici su misura*.

□ FASE 1: ACQUISIZIONE DATI

La prima fase consiste nella acquisizione di immagini per mezzo della TC. Questa apparecchiatura fornisce immagini che hanno la caratteristica, al contrario delle comuni lastre radiografiche, di essere in formato digitale.

L'acquisizione ottimale deve avvenire con i seguenti parametri:

- passo di acquisizione di 2 mm (max);
- spessore di acquisizione di 2 mm (max);
- gantry tilt di 0°;
- matrice di risoluzione di 512 x 512 pixel;
- files non frammentati e/o frazionati;
- files non compressi.

Inoltre, il trasferimento dati deve avvenire con:

- salvataggio in formato DICOM 3;
- trasferimento mediante CD-Rom, Disco Ottico.

Tale informazione è memorizzata utilizzando numeri e non come invece avviene nei comuni radiogrammi, sfruttando alterazioni chimiche della pellicola fotografica. Un importante vantaggio del formato digitale consiste nella possibilità di trasmettere le immagini, ovvero i dati numerici che le costituiscono, da un computer ad un altro (ad esempio, ad un computer che permette di eseguire delle ricostruzioni tridimensionali).

□ FASE 2: ELABORAZIONE DATI

La seconda fase è rappresentata dalla elaborazione delle immagini digitali inviate ad un computer atto alla ricostruzione tridimensionale delle immagini precedentemente ottenute.

Concettualmente il procedimento con cui le immagini tridimensionali sono generate è semplice. Le immagini delle singole sezioni del cranio vengono so-

Corrispondenza: Dott. Angelo Nataloni, Fin-Ceramica Faenza, via Ravennana 186, 48018 Faenza (RA), tel. 0546-46679, fax 0546-46422, e-mail: angelo.nataloni@fin-ceramicafaenza.com, www.fin-ceramicafaenza.com

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 143-145.

Articolo ricevuto in redazione in data 8 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

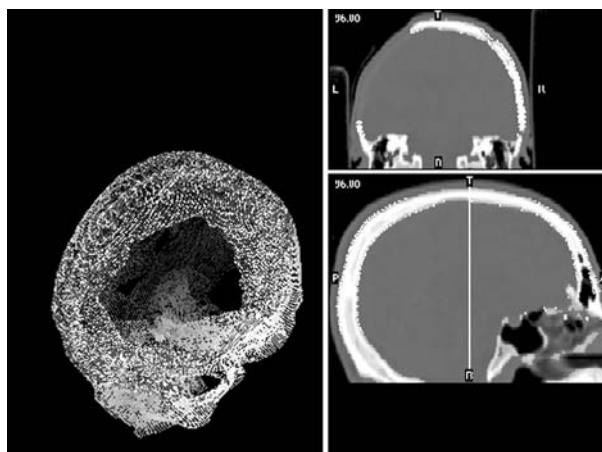


Figura 1. Elaborazione dei dati della TC 3D.

vrapposte ed unite per ottenere un volume che corrisponde al segmento anatomico che è stato studiato con la TC (Figura 1). Questo volume viene rappresentato nelle tre dimensioni sul monitor del computer per le ricostruzioni (Figura 2 A).

I tessuti che compongono il corpo umano hanno caratteristiche fisiche e chimiche diverse tra loro (ad esempio l'osso è più denso di un muscolo). L'operatore che esegue la ricostruzione, sfruttando queste differenze, è in grado di visualizzare selettivamente un determinato tessuto o struttura rendendo trasparenti nella ricostruzione tridimensionale gli altri. Ciò permette, in questo caso, di visualizzare soltanto l'osso. Un altro vantaggio offerto dalle ricostruzioni tridimensionali è la possibilità di poter osservare un cranio da angolazioni diverse.

Nel nostro caso specifico è rappresentata dalla ricostruzione cranica al fine di poter progettare una cranioplastica su misura.



Figura 3. Verifica dell'accoppiamento del modello del dispositivo con modello stereolitografico

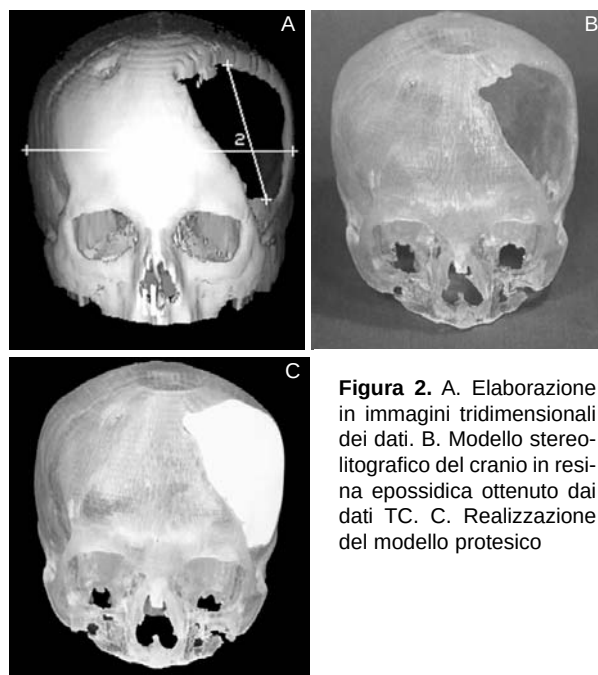


Figura 2. A. Elaborazione in immagini tridimensionali dei dati. B. Modello stereolitografico del cranio in resina epossidica ottenuto dai dati TC. C. Realizzazione del modello protesico

□ **FASE 3: REALIZZAZIONE DEL MODELLO TRIDIMENSIONALE DEL CRANIO**

I dati così elaborati permettono di realizzare, tramite stereolitografia, il modello tridimensionale. Questa metodica si basa sull'effetto prodotto da un raggio laser che colpendo la superficie di una resina epossidica liquida ne solidifica, al contatto, un sottile strato. Strato dopo strato dal modello 3D virtuale si ottiene un modello solido identico per forma e dimensioni al cranio del paziente (Figura 2 B).

□ **FASE 4: REALIZZAZIONE DEL MODELLO TRIDIMENSIONALE DEL DISPOSITIVO**

Gli stessi dati permettono successivamente di realizzare un modello del dispositivo, uguale al difetto osseo del paziente (Figura 2 C).

A questo punto arriviamo alla fase di progetto più delicata, cioè la discussione e l'approvazione del modello del dispositivo (Figura 3). Durante tale fase si indicano dove praticare i fori di fissaggio, quelli per le sospensioni durali ed il fissaggio muscolare, le eventuali correzioni volumetriche per compensare, ad esempio, le atrofie muscolari. La ragione è che una

volta confezionato il dispositivo, esso non è più modificabile.

☐ **FASE 5: PRODUZIONE**

A questo punto un blocco di idrossiapatite porosa (tecnologia brevettata da *Fin-Ceramica Faenza*) viene lavorato (Figura 4 A) fino ad ottenere una sagoma uguale al modello approvato (Figura 4 B). Questi dispositivi sono prodotti in idrossiapatite ceramica porosa.

☐ **FASE 6: STERILIZZAZIONE ED IMPIANTO**

Terminate le fasi progettuali e produttive, il dispositivo viene avviato alla sterilizzazione ed è pronto per l'impianto chirurgico.

☐ **CONCLUSIONI**

Le nuove tecniche di acquisizione e di elaborazione delle immagini non solo forniscono al clinico informazioni inimmaginabili in tempi passati, ma diventano indispensabili per la realizzazione di dispositivi medici sempre più personalizzati e precisi. Per questi



Figura 4. A. Produzione. B. Modello stereolitografico con dispositivo in idrossiapatite porosa.

motivi la ricerca scientifica in questo campo biomedico costituisce un elemento molto importante per il miglioramento della medicina.

Note tecniche

□ Ruolo della neuroradiologia nella progettazione e nel follow-up

F. IAIZA, G. TOMMASINI, C. DE COLLE, S. D'AGOSTINI

Struttura Operativa Complessa di Neuroradiologia, Azienda Ospedale "S. Maria della Misericordia", Udine

◆ TOMOGRAFIA ASSIALE COMPUTERIZZATA (TC)

□ INTRODUZIONE

Il rapido progresso tecnologico nel campo della diagnostica per immagini ha messo a disposizione strumenti che forniscono prestazioni di elevata qualità. In particolare l'introduzione, nel corso degli anni '90, di apparecchiature TC di tipo spirale e multistrato, ha consentito una radicale evoluzione passando da un sistema di acquisizione per sezioni, proprio della TC convenzionale, ad un sistema di acquisizione di tipo volumetrico: questo si realizza accoppiando la rotazione continua del tubo radiogeno allo scorrimento del tavolo porta-paziente mentre avviene l'emissione dei raggi X. Uno dei principali vantaggi dell'acquisizione volumetrica consiste nella riduzione del tempo di esame; l'altro fondamentale vantaggio consiste nell'estrema maneggevolezza dei dati grezzi, che porta alla realizzazione di strati assiali variamente embricati, senza incremento di dose per il Paziente, da cui ottenere ricostruzioni bi e tridimensionali ad elevata risoluzione spaziale.

□ TC MULTISTRATO

I parametri tecnici che regolano la scansione spirale sono rappresentati da:

- tempo di scansione, o tempo di rotazione del tubo;
 - collimazione del fascio, o spessore di strato;
 - velocità di traslazione del tavolo porta-paziente.
- Il pitch è la quantità dimensionale che mette in relazione i tre parametri secondo la formula:

$$\text{pitch} = (\text{velocità di traslazione del tavolo} \times \text{velocità di rotazione del tubo}) / \text{spessore di strato}$$

Un pitch, approssimativamente uguale a 1, consente di ottenere un'elevata risoluzione spaziale e di contrasto, a fronte di una discreta dose radiante al Paziente. Lo spessore di strato influenza in particolare la risoluzione spaziale delle immagini, nel senso che, minore è lo spessore di strato, maggiore è la risoluzione spaziale.

La TC multistrato costituisce un'evoluzione rispetto alla TC spirale sia in termini di acquisizione dei dati sia nella ricostruzione degli stessi.

L'utilizzazione, negli apparecchi multistrato, del fascio di raggi X, oltre che lungo l'asse X-Y come avviene nella TC spirale, anche lungo l'asse Z, consente di utilizzare una matrice bidimensionale di detectori e di trasmettere i dati non ad un singolo, bensì a più sistemi di conversione analogico-digitale (DAS). In tal modo si rende disponibile una vasta gamma di selezioni sia a livello di spessore di acquisizione degli strati, ovvero del raw-thickness, sia a livello dello spessore di visualizzazione, ovvero dell'image thickness. Questo costituisce il presupposto per la realiz-

Corrispondenza: Dott.ssa Maria Cristina De Colle, S.O.C. di Neuroradiologia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, tel. 0432-552738, fax 0432-552733, e-mail: decolle.cristina@aoud.sanita.fvg.it
Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 147-151.

Articolo ricevuto in redazione in data 9 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

zazione di immagini retroricostruite ad elevata risoluzione spaziale.

Nello studio TC per cranioplastica viene da noi utilizzata un'apparecchiatura TC multistrato a 4 canali (*Aquilion - Toshiba*) che consente di ottenere in pochi secondi un'ottima risoluzione spaziale delle immagini assiali e delle ricostruzioni tridimensionali.

□ PROTOCOLLO DI STUDIO

Il protocollo di studio per la realizzazione di una cranioplastica prevede una fase preliminare di documentazione della craniolacuna, tramite un esame TC del cranio, e di simulazione dell'intervento chirurgico tramite uno studio RM per neuronavigatore.

Dopo l'applicazione della cranioplastica è previsto un follow-up in cui, in tempi prestabiliti, vengono eseguiti esami TC del cranio mirati alla valutazione del parenchima cerebrale, del corretto posizionamento e dell'ossificazione della cranioplastica.

A giudizio clinico determinati casi possono richiedere l'apporto degli elementi forniti dall'analisi elettroencefalografica, angiografica, della risonanza magnetica e della SPECT/PET.

□ FASE PRELIMINARE

- esame TC del cranio;
- studio RM per neuronavigatore con mezzo di contrasto.

□ FASE DEL FOLLOW-UP

- esame TC al tempo 0;

- esame TC a 1 mese,
- esame TC a 6 mesi;
- esame TC a 12 mesi;
- esame TC a 24 mesi.

□ A GIUDIZIO CLINICO:

- valutazione EEG;
- valutazione AGF;
- valutazione RM;
- valutazione SPECT/PET.

□ FASE PRELIMINARE

■ **ACQUISIZIONE DEI DATI TC.** Presupposto per la realizzazione di una cranioplastica è la valutazione delle caratteristiche morfologiche della craniolacuna, con precisa definizione dei suoi margini, nel contesto delle curvature del cranio, al fine di allestire una protesi nella massima precisione sia dal punto di vista funzionale che estetico.

Per stabilire i limiti del volume di acquisizione è necessario effettuare, a Paziente supino, un'immagine scout laterale dell'intero cranio. Il volume di acquisizione deve coprire l'intera lacuna cranica e parte del cranio intatto (in dettaglio 2 cm sotto e 2 cm sopra il difetto osseo). Se la lacuna coinvolge la regione orbitaria il volume di acquisizione deve comprendere anche lo splancnocranio (a partire dal palato duro) per consentire l'allestimento di una protesi adeguata alla particolare conformazione anatomica della regione. Se si tratta di un caso di demolizione-ricostruzione valgono le stesse regole. Le scansioni TC debbono abbondantemente coprire l'area lesionale che verrà asportata realizzando la craniolacuna che accoglierà la protesi. La scelta dei dati tecnici è il frutto di un compromesso tra il risultato ottimale in termini di risoluzione spaziale e la dose erogata al Paziente.

Lo studio esclusivamente dell'osso consente di utilizzare parametri che forniscono una bassa risoluzione di contrasto, con risparmio quindi di dose al Paziente. Sulla base di tali considerazioni è stata fatta la scelta di utilizzare valori relativamente alti di KV e mA, ma con un tempo di scansione breve (0,5 s).

Vengono acquisite e ricostruite immagini di 2 mm di spessore (raw thickness e image thickness pari a 2 mm) con la peculiarità di un intervallo di visualizzazione molto piccolo (0,3 mm), presupposto per un'elevata risoluzione spaziale delle ricostruzioni tridimensionali. La scelta del pitch pari a 5,5 è il risultato di un buon compromesso tra definizione spaziale delle immagini e dose erogata al Paziente.

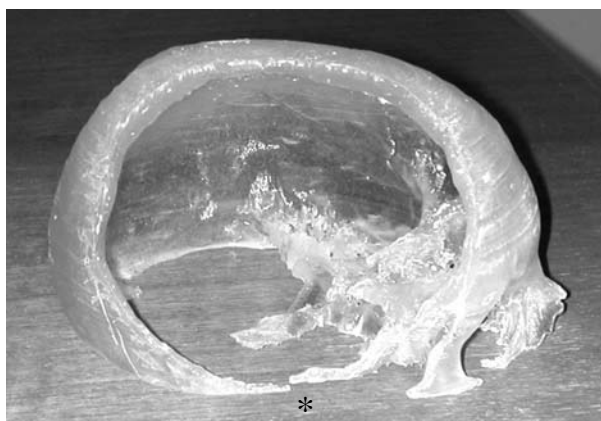


Figura 1. Ricostruzione 3D in resina della scatola cranica, usufruendo dei dati TC. Da notare (asterisco) che la mancanza di scansioni nella porzione basale ha limitato la perfetta ricostruzione della craniolacuna. Questo può condizionare la successiva realizzazione del prototipo di cranioplastica.

L'applicazione del protocollo di soppressione di dose (Real EC), trova indicazione soprattutto nel caso di lesioni situate in prossimità del vertice, in quanto consente di modulare la dose erogata al Paziente tenendo conto del volume in esame.

L'acquisizione dei dati TC avviene con le seguenti modalità:

<i>Orientazione</i>	testa/supina
<i>Tipo di scan scout</i>	Laterale e completo
<i>Gantry tilt</i>	0°
<i>KV</i>	120
<i>MA</i>	300
<i>Scan time</i>	0,5 s
<i>Raw thickness</i>	2 mm
<i>Image thickness</i>	2 mm
<i>Recon interval</i>	0,3 mm
<i>Pitch</i>	5,5
<i>FOV</i>	30/10
<i>Dimensioni della matrice</i>	512 x 512
<i>Applicazione del protocollo di soppressione di dose</i>	Real EC

La dose effettiva erogata ogni 5 cm di altezza del volume di scansione è pari a 0,337 mSv.

■ **ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI TC.** Le immagini assiali, ricostruite con un intervallo di visualizzazione di 0,3 mm, vengono caricate su CD (o disco ottico) e inviate al centro di elaborazione del modello tridimensionale.

☐ **FASE DEL FOLLOW-UP**

In questa fase, nella nostra Struttura sono previsti 5 esami TC di controllo, con finalità diverse a seconda del momento cronologico.

■ **ESAME TC AL TEMPO 0.** Va eseguito subito dopo l'intervento chirurgico di applicazione della cranioplastica. Fornisce essenzialmente una valutazione del parenchima cerebrale nell'immediato, al fine di escludere eventuali complicazioni (ematomi, pneumocefalo, ecc.).

Tale studio TC viene acquisito con tecnica convenzionale, utilizzando i seguenti parametri:

<i>Scansioni assiali</i>	11-12 acquisite secondo il piano orbito-meatale, comprensive dell'intero encefalo
<i>KV</i>	120
<i>MA</i>	100

<i>Spessore di strato</i>	5 mm
<i>Avanzamento di strato</i>	10 mm
<i>Scan time</i>	4 s

La dose effettiva erogata durante l'esame è mediamente di 1 mSv.

■ **ESAME TC A UN MESE.** Va eseguito ad un mese dall'intervento di applicazione della cranioplastica, al fine di valutare sia il parenchima (evoluzione delle eventuali complicanze rilevate al tempo 0) sia l'osso, in particolare il corretto posizionamento della protesi. I margini non ancora ossificati consentirebbero ancora un intervento correttivo. Per tale motivo lo studio deve essere più dettagliato dell'esame eseguito al tempo 0, pur non richiedendo l'utilizzo di strati sottili. Tale studio TC viene acquisito con tecnica convenzionale, utilizzando i seguenti parametri:

<i>Scansioni assiali</i>	20 scansioni assiali, acquisite secondo il piano orbito-meatale, comprensive dell'intero encefalo
<i>KV</i>	135
<i>MA</i>	150
<i>Spessore di strato</i>	5 mm
<i>FOV</i>	220.3
<i>FC</i>	30/10
<i>Matrice</i>	512 x 512

La dose effettiva erogata durante l'esame è mediamente di 1 mSv.

■ **ESAME TC A 6, 12, 24 MESI.** Vanno eseguiti rispettivamente a 6, 12 e 24 mesi dall'applicazione della cranioplastica ed hanno lo scopo di valutare la corretta ossificazione dei margini della protesi. Per tale motivo si rende necessaria un'elevata risoluzione spaziale e viene quindi ancora utilizzato il protocollo di studio preliminare; il volume di acquisizione viene peraltro sempre limitato alla sola cranioplastica, senza mai comprendere lo splancnocranio.

☐ **CONSIDERAZIONI DI CARATTERE DOSIMETRICO**

La scelta dei parametri tecnici utilizzati nello studio TC preliminare e nei controlli è frutto di un compromesso tra il risultato in termini di risoluzione spaziale e la dose radiante erogata al Paziente.

La scelta in particolare di un pitch non troppo basso e di uno scan time breve è stata fatta con lo scopo di ot-

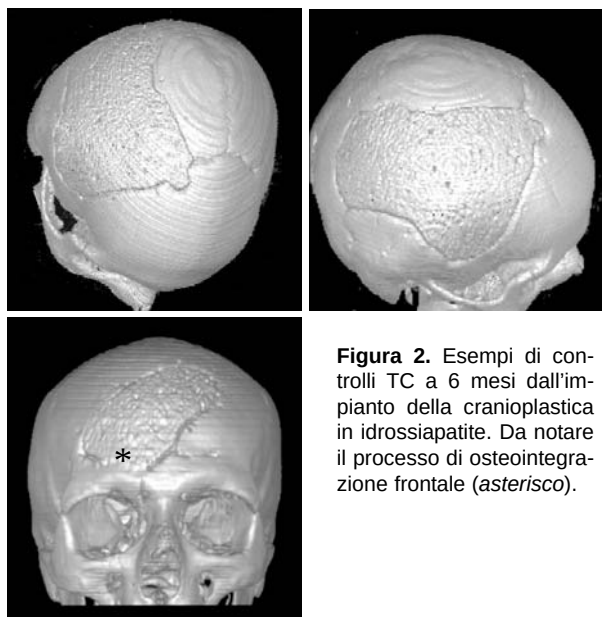


Figura 2. Esempi di controlli TC a 6 mesi dall'impianto della cranioplastica in idrossiapatite. Da notare il processo di osteointegrazione frontale (asterisco).

tenere un'adeguata risoluzione spaziale risparmiando al massimo la dose data al Paziente.

Va tenuto presente in primo luogo che nella maggior parte dei casi si tratta di soggetti giovani, che più spesso vanno incontro a craniotomia per asportazione di ematomi post-traumatici (incidenti della strada) o tumori. Inoltre, nella fase precedente l'allestimento della cranioplastica, questi Pazienti sono stati sottoposti ad esami radiografici e TC in fase diagnostica e di follow-up della patologia iniziale.

La dose erogata nell'esame TC preliminare è pari a 0,337 mSv ogni 5 cm di volume di acquisizione; anche considerando una lacuna di 5 cm di diametro (ma molte craniolacune sono più grandi), il volume di acquisizione deve comprendere 2 cm sopra e 2 cm sotto la breccia chirurgica, portando a raddoppiare il valore di 0,337 mSv. Lo studio anche dello splancno-cranio, e quindi di un volume di acquisizione di 12-15 cm comporta anche la triplicazione dei valori, arrivando a raggiungere e superare 1 mSv.

Il protocollo TC della cranioplastica comprende 4 esami con queste caratteristiche, più 2 esami TC di controllo del parenchima cerebrale, che erogano mediamente una dose radiante pari a 1 mSv ciascuno. Per produrre un termine di paragone riportiamo che la dose di 1 mSv corrisponde alla dose equivalente di 20 radiografie del torace eseguita in duplice proiezione. Si calcola che la dose totale erogata nell'ambito del protocollo per cranioplastica si aggiri tra i 4 e i 5 mSv.

❖ RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE (RM)

□ UTILITÀ DELLA RM

La pianificazione dell'intervento di cranioplastica prevede la preliminare effettuazione di una RM con sequenze per "neuronavigatore". Si tratta di sequenze volumetriche, con elevata risoluzione spaziale e di contrasto, dalle quali si ottengono ricostruzioni multiplanari (MPR) e tridimensionali (3D) del capo del Paziente, sia in superficie, a livello dei piani cutanei, che più profondamente, in sede intraparenchimale cerebrale.

Nel nostro Servizio di Neuroradiologia viene utilizzato un tomografo *Avanto Siemens 1,5 Tesla*.

Il protocollo di studio prevede l'acquisizione di una sequenza dopo perfusione di mezzo di contrasto (m.d.c.) paramagnetico, i cui parametri sono di seguito riportati. L'utilizzo del contrasto offre una buona visualizzazione delle strutture vascolari venose sia profonde che superficiali (ad esempio, seno sagittale superiore), aggiungendo contenuto informativo all'esame.

□ CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA SEQUENZA

Sono le seguenti:

<i>TI</i>	600
<i>TR</i>	1400
<i>TE</i>	3,5
<i>FOV</i>	Adeguate a contenere i punti di repere
<i>Matrice</i>	256 x 256
<i>SL</i>	1 mm
<i>NEX</i>	1
<i>Durata acquisizione</i>	5-6-minuti

Nell'utilizzo di questa sequenza è di fondamentale importanza seguire alcuni accorgimenti:

- assicurarsi che il FOV sia adeguato a contenere tutti i punti di repere normalmente usati in neuronavigazione (la punta del mento, il vertice inclusi i piani cutanei, la punta del naso ed entrambi i padiglioni auricolari);
- assicurare un corretto posizionamento del capo all'interno della bobina evitando sia l'iperflessione che l'iperestensione.

Dopo l'intervento di cranioplastica, lo studio di risonanza viene attuato utilizzando sequenze standard:

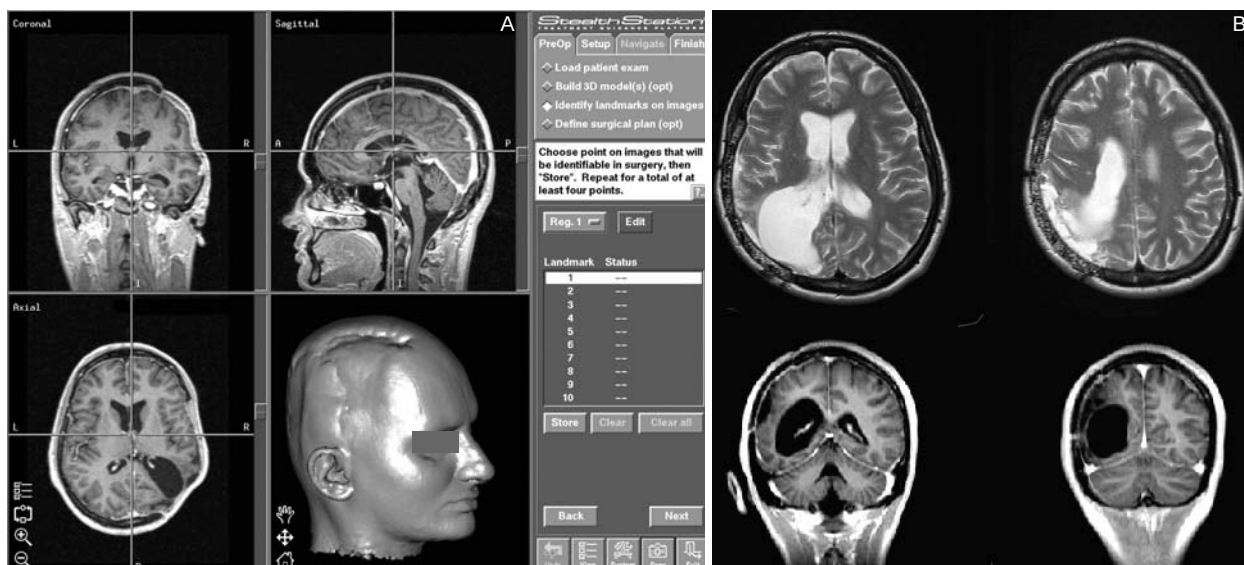


Figura 3. A. Ricostruzione MPR di superficie effettuate sul neuronavigatore utilizzando le immagini della sequenza RM acquisita (indagine preliminare alla cranioplastica). B. Immagini TSE T2W assiali e SE T1W coronali di controllo dopo intervento di cranioplastica.

TSE con pesatura T2, DP e T1 prima e dopo perfusione di m.d.c..

Lo scopo di tale indagine è quello di valutare correttamente i rapporti anatomici tra la protesi applicata ed il parenchima cerebrale sottostante.

L'indagine RM, per la sua elevata e precoce sensibilità, consente di valutare la reattività dei tessuti alla protesi ed il loro grado d'adattamento alla nuova situazione anatomica.

Note tecniche

□ **Appunti di procedura chirurgica**

B. ZANOTTI, A. CRAMARO

Struttura Operativa Complessa di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine

□ **INTRODUZIONE**

L'intervento chirurgico di apposizione di una cranio-plastica su misura in idrossiapatite porosa è da considerarsi di semplice esecuzione.

Nondimeno, vanno però applicati rigorosamente due capisaldi delle procedure neurochirurgiche: la sterilità e la precisione.

Il primo prerequisito non va sottovalutato in quanto si ha, comunque, a che fare con un impianto di materiale estraneo, sebbene compatibile. Si lavora a stretto contatto con la cute, quindi l'inquinamento di infettanti, anche saprofiti, è sempre possibile.

Il risultato finale si raggiunge grazie ad una filiera di eventi, ma che trovano un denominatore comune nella precisione.

Dalla progettazione del pezzo alla realizzazione del manufatto, alla posa dello stesso, tutto deve essere condotto con un severo controllo di qualità.

Specie nella chirurgia dapprima demolitiva e poi ricostruttiva con cranio-plastica già preparata la precisione è d'obbligo. Se, per errore tecnico, la craniectomia realizzata risulta più ampia del riempitivo in idrossiapatite può risultare assai difficile porvi rimedio ed il risultato finale può essere assai deludente. È un po' come lo scultore che asporta maldestramente un pezzo di marmo in più. Con la differenza che l'artista può semmai cambiare blocco marmoreo, noi no. Come un artista, anche il chirurgo è profondamente individualista.

Consci di ciò, i nostri sono solo dei suggerimenti per-

fettibili che non hanno la pretesa di riscuotere l'unanime consenso.

Va detto però che se il neofita li terrà in debito conto, potrà conseguire facilmente un risultato ottimale.

□ **I PRELIMINARI**

Non è superfluo ricordare che, prima di ogni indagine o trattamento medico-chirurgico proposto, il Paziente va informato e questi deve fornire il consenso. Quest'ultimo, ricordiamolo, non deve essere necessariamente scritto, può anche essere solo tacito, anche se è ormai invalsa l'abitudine di far firmare un documento dove vengono esplicitati, più o meno estesamente, i rischi della procedura.

Può succedere che l'impianto della cranio-plastica avvenga in un soggetto in stato vegetativo. In questo caso il consenso va ricercato nel legale rappresentante, come nel minore, oppure, a nostro avviso, in mancanza di questo, deve assumersene la responsabilità il medico in quanto si agisce per il bene del Paziente. La protesi cranica è atta a migliorare sia la funzione sia la protezione d'organo.

□ **LA PROGRAMMAZIONE**

Prima di accedere alla sala il neurochirurgo ha l'abitudine di vagliare tutto, o in parte, il materiale neuro-radiologico prodotto. Ultimamente è grandemente aiu-

Corrispondenza: Dott. Bruno Zanotti, S.O.C. di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, tel. 0432-552701, e-mail: zanotti.bruno@aoud.sanita.fvg.it, www.neurochirurgia-udine.it
Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 153-160.

Articolo ricevuto in redazione in data 5 maggio 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

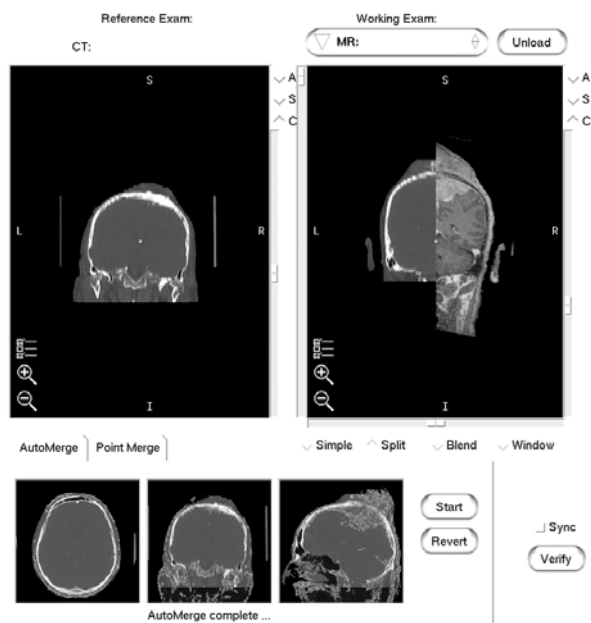


Figura 1. L'uso routinario del neuronavigatore è consigliato. Grazie anche alla possibilità di sovrapporre immagini TC (riquadro di sinistra nell'immagine, dove è visibile il coinvolgimento osseo della volta da parte del tumore) con quelle RM, anche contemporaneamente (a destra nella figura, nel taglio coronale si visualizzano sia le immagini RM sia quelle TC).

tato dall'uso routinario del neuronavigatore, la cui multiplanarità e la possibilità di realizzare piani di visualizzazione a varia profondità dalla superficie permette di progettare simulazioni mentali del planning chirurgico. Nell'impianto di cranioplastica tale elemento dai più non è ritenuto necessario, ma a nostro avviso non è così. Il neuronavigatore, grazie anche alla possibilità di sovrapporre la TC alla RM encefalica in un unico esame, permette agevolmente di capire come sia meglio condurre l'approccio chirurgico (Figura 1). In più, conoscere esattamente lo stato del parenchima sotto la dura e l'andamento dei vasi superficiali può dare una garanzia in più durante la procedura di sospensione e trazionamento durale negli estesi affossamenti craniectomici. Inoltre, l'uso del neuronavigatore è da ritenersi essenziale in tutti quei casi di demolizione e ricostruzione in un unico tempo (Figura 2). Se si è in presenza di lesioni tumorali, anche l'uso del microscopio operatorio è d'obbligo, mentre può essere discrezionale in tutti gli altri casi.

□ LA PROFILASSI

A nostro avviso è buona norma praticare in tutti i Pazienti sottoposti a chirurgia cranica, qualunque essa sia, una profilassi antibiotica. Da realizzarsi immediatamente prima dell'intervento e, in casi specifici, come nella cranioplastica, da prolungarsi per i tre giorni successivi. Il nostro protocollo prevede la somministrazione di *cefazolina*, 2 gr. Nel caso di allergie, la scelta cadrà, comunque, su un antibiotico ad ampio spettro con particolare tropismo sui Gram +.

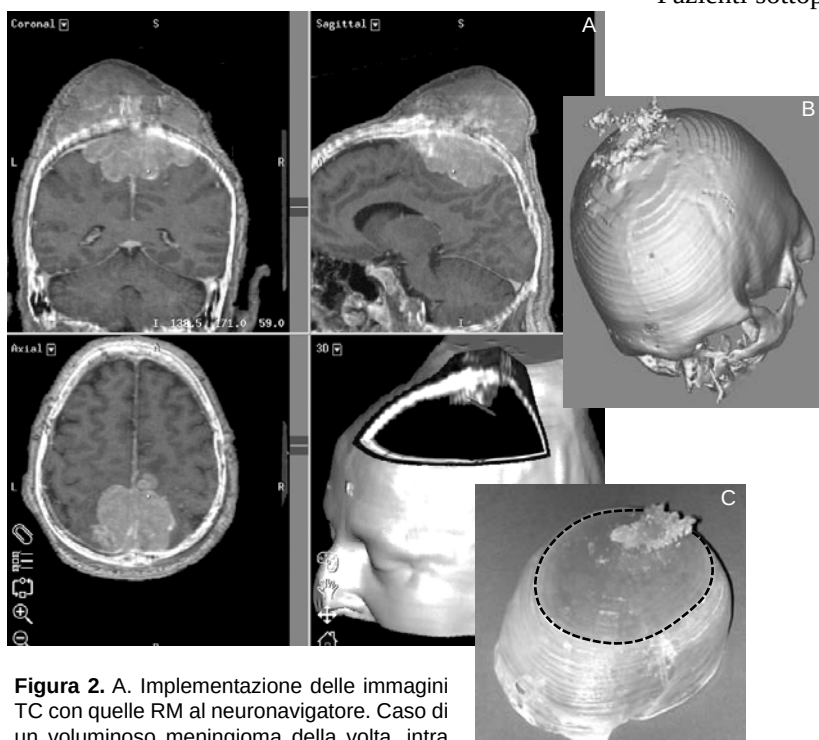


Figura 2. A. Implementazione delle immagini TC con quelle RM al neuronavigatore. Caso di un voluminoso meningioma della volta, intra ed extracranico, con coinvolgimento tecale. B. Studio preliminare con ricostruzione 3D al computer. C. Delimitazione della parte di calotta da asportare (linea tratteggiata) con l'aiuto del modello 3D in resina.

□ IL POSIZIONAMENTO

Sebbene sia una chirurgia che può essere condotta con la testa del Paziente non solidamente fissata al lettino operatorio, noi consigliamo l'uso della testiera a tre punte di Mayfield (Figura 3). Così facendo si ottengono almeno due scopi:

- permettere l'uso del neuronavigatore, essenziale soprattutto nella chi-

rurgia demolitiva-ricostruttiva (anche se è ormai possibile l'uso dello stesso senza l'utilizzo della testiera);

- b) garantisce maggiore sicurezza e precisione durante gli scollamenti o le demolizioni, senza il rischio che, con energiche sollecitazioni, la testa subisca uno scarto dalla posizione primaria.

Sebbene l'anestesia sia di tipo generale, alcuni interventi selezionati possono essere condotti in neuroleptoanestesia.

Anche in questo caso l'uso della testiera a tre punte è discrezionale, ma ampiamente consigliato.

□ L'INCISIONE

Sembra un argomento banale, ma non lo è. Non sempre lo si può liquidare sostenendo che nell'evenienza di una pregressa incisione si segue la stessa (Figura 3) e, nel caso di una demolizione, si realizza il lembo o l'incisione propri per l'asportazione (Figura 4).

In presenza di una chirurgia preesistente, spesso post-traumatica, la cicatrice può essere non lineare, con disposizione a raggiera, diastata, in aree esteticamente problematiche (tutta l'area frontale).

Possono quindi rendersi necessari degli accorgimenti particolari come il seguire la vecchia via, ma recantando i margini per un migliore risultato estetico. O tracciare un approccio completamente diverso: ad esempio un bicoronarico per raggiungere l'area frontale. Non solo, nel disegnare l'incisione vanno considerati anche altri fattori: l'irrorazione e l'innervazione. Specie la prima, è essenziale per un buon attecchimento dei tessuti molli sul manufatto in idrossipatite.

Inoltre, in presenza di lesioni ad estrinsecazione extracranica ci si può trovare di fronte a degli espansi cutanei che andranno, in parte, sacrificati. Molti sono i fattori che condizionano la riduzione di queste aree, ma vale comunque una regola generale: si sacrifica la cute più compromessa dal punto di vista trofico (Figura 5).

Ma può accadere anche l'esatto opposto. Per problemi retrattivi cutanei nelle voluminose asportazioni di calotta cranica. In questi casi si dovrà agire a monte, posizionando settimane o mesi prima un espansore sottocutaneo. Solo se la retrazione è modesta si riesce a compensare l'ammanto di tessuto incidendo la fascia sottogaleale con tagli paralleli, come fosse un quadro di Fontana.

È buona norma, comunque, in casi particolarmente

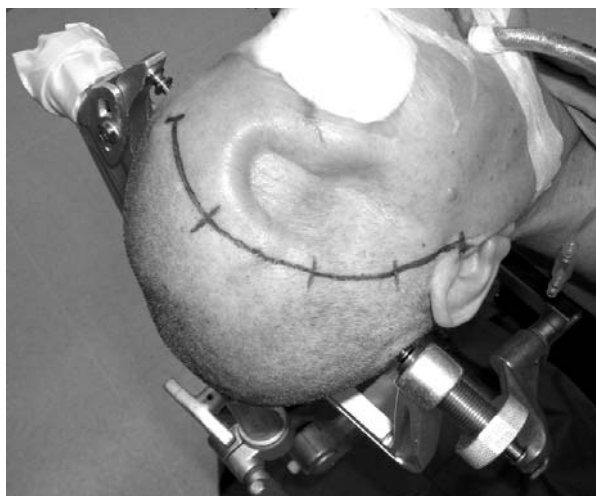


Figura 3. Cranio solidarizzato al tavolo con testiera di Mayfield. Per una cranioplastica a livello pterionale non vi possono essere dubbi: la via nella riapertura è la stessa.

Figura 4. Incisione cutanea per aggredire un tumore osseo a livello della squama del temporale e del parietale.

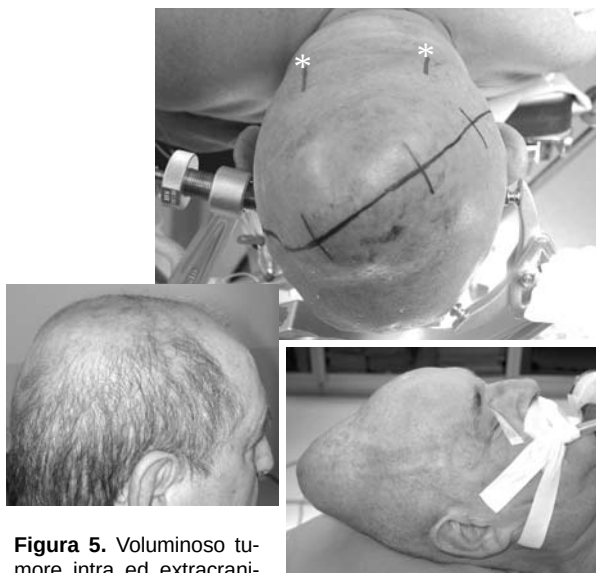


Figura 5. Voluminoso tumore intra ed extracranico. L'incisione è stata concepita per dare la migliore salvaguardia dei rami arteriosi e nervosi posteriori (* nervi occipitali maggiori ed arterie occipitali) e di quelli in prossimità dell'incisura anteriore dell'orecchio e del trago di destra. Inoltre, parte dell'espanso cutaneo è stato sacrificato, preservando quello più trofico per un miglior risultato finale, come si rileva al controllo estetico a tre mesi dall'intervento.

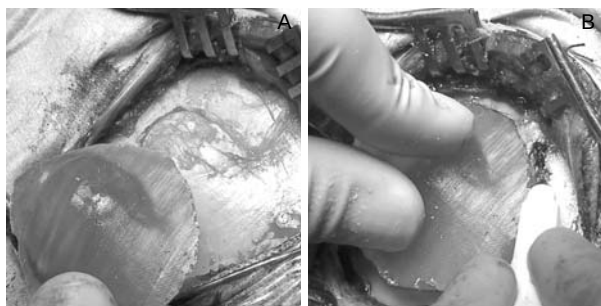


Figura 6. A. Il modello in resina dell'opercolo agevola il chirurgo nel delimitare esattamente l'area ossea da abbattere. B. Utile disegnare il perimetro con la matita dermatografica.

problematici, coinvolgere anche il Chirurgo Plastico ed, assieme, disegnare sulla cute del Paziente l'incisione più idonea, anche giorni prima, per ragionarci sopra un po' e provare ad immaginare uno scenario del miglior modo di condurre la procedura.

□ LO SCOLLAMENTO

Va subito detto che possiamo trovarci davanti a due evenienze nettamente contrapposte.

Se il terreno è vergine, vale a dire in un caso di demolizione-ricostruzione, la procedura non è dissimile da quella abituale nella realizzazione di un qualsiasi approccio neurochirurgico.

Se invece si tratta di riaprire un precedente approccio



Figura 7. A. Entro il perimetro della craniectomia si realizza un foro craniectomico. B. La successiva operazione con la sega pneumatica permette l'asportazione della superficie ossea patologica. C. La craniolacuna così realizzata è di dimensioni inferiori alla protesi su misura in idrossiapatite già predisposta.

Per questo si usa con parsimonia la fresa al fine di trovare la perfetta conformazionalità con l'opercolo in idrossiapatite.

chirurgico bisogna avere soprattutto l'accortezza di mantenere integro il piano durale. Questo al fine di evitare il più possibile il realizzarsi di fastidiose fistole liquorali. Infatti, se malauguratamente si lacera la dura, quest'ultima va riparata a "tenuta d'acqua" in quanto il liquor extradurale o sottogaleale impedisce o rallenta l'attaccamento dei tessuti molli alla protesi. Se ciò accade, oltre ai punti di sutura durali, può essere d'aiuto l'uso di sostituti durali, quali il Duraform™ (*Dura Graft Implant*).

La procedura di scollamento va quindi condotta con certissima pazienza. Se ben realizzata, è il prerequisito per preparare un buon alloggiamento al manufatto ed evitare fastidiose complicanze.

Specie nell'area pterionale va posta particolare attenzione nello scollamento del muscolo temporale. Spesso quest'ultimo appare già sofferente ed atrofico. Ogni sua fibra va dissecata dalla dura e preservata il più possibile integra. Se questa operazione non è condotta con accortezza si può realizzare un ulteriore insulto muscolare o condizionare l'intrappolamento di parte delle fibre, adese alla dura, fra protesi e bordo osseo. Le ripercussioni sull'atto masticatorio saranno poi inevitabili.

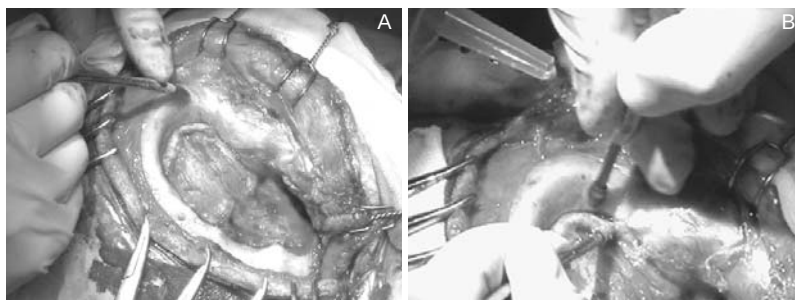
Ad esclusione dei casi di un lembo bicoronarico o di uno pterionale, noi preferiamo e consigliamo le incisioni lineari. Meno traumatiche e con risultato estetico solitamente migliore. Ovviamente la linea d'incisione deve, possibilmente, seguire parallelamente il letto vascolo-nervoso. I famosi e datati lembi a "ferro di cavallo" o ad "L rovesciata" sono, compatibilmente con il tipo di approccio, da evitare.

Può presentarsi anche l'evento che la vecchia cicatrice passi a cavaliere sopra il cratere, distante dal bordo della craniolacunia. Prima di pensare di disegnare un lembo più grande, esterno al bordo craniectomico, con il rilevante rischio di realizzare delle zone potenzialmente esangui, valutare la possibilità di trascinare e divaricare i tessuti molli al fine di esporre il bordo osseo o, di fronte alla reale impossibilità di ciò, realizzare una incisione a raggiera, perpendicolare al bordo esterno della cicatrice del preesistente lembo chirurgico.

□ I MARGINI

Anche in questo tempo operatorio ci troviamo dinanzi a due evenienze: la realizzazione di una craniectomia *de novo* oppure la preparazione dei bordi del cratere osseo al fine di accogliere la cranioplastica.

Figura 8. A. I bordi di pregresse craniectomie vanno completamente liberati dalle ganghe fibrose. B. I bordi craniectomici inveterati sono levigati e con continuità fra tavolo interno e tavolo esterno. Per questo vanno delicatamente cruentati con la fresa al fine di favorire l'attività osteoinduttiva. Abbondanti i lavaggi per prevenire che le alte temperature sviluppate degradino la matrice biologica (marmorizzazione dei bordi ossei).



❑ **DEMOLIZIONE OSSEA.** Questo momento è grandemente agevolato dall'uso del modello in resina di opercolo derivato dalla ricostruzione 3D del cranio. Osservando quest'ultimo, il chirurgo deve trovare la migliore allocazione dell'opercolo di prova e, una volta appoggiato sulla teca, ne disegnerà il perimetro utilizzando una matita demografica (Figura 6).

È ovvio che l'opercolo dovrà trovarsi sopra l'area lesionale da demolire, ma spostamenti di pochi millimetri, in una o in un'altra direzione, possono essere influenti sulla demolizione della lesione, ma possono condizionare il risultato estetico, specie se collocati sulle bozze parietali o frontali.

È consigliato realizzare, con il craniotomo e la sega pneumatica, un opercolo osseo di dimensioni minori rispetto al necessario. Tale operazione solitamente la si può fare in sicurezza in quanto, comunque, il modello in plastica, usato per disegnare i margini craniectomici, è di dimensioni inferiori (manca lo spessore dovuto al taglio) al modello definitivo in idrossiapatite. Successivamente si conformeranno i margini con la fresa (Figura 7).

La giustapposizione il più aderente possibile dei margini craniectomici con quelli dell'opercolo in idrossiapatite condiziona l'attaccamento della protesi stessa e la sua colonizzazione da parte degli osteoblasti ed osteoclasti.

Quindi, va posta particolare attenzione nella realizzazione di un perimetro craniectomico che deve essere delle dimensioni giuste e con inclinazione del bordo combaciante con la protesi (solitamente a "becco di flauto").

Consigliato provare ripetutamente a far alloggiare nella breccia ossea la protesi di prova in plastica fino alla perfetta combinazione come se si trattasse di un tassello di un puzzle. Solo sul finale è consigliato provare anche il manufatto definitivo per gli ultimi ritocchi perimetrici e per segnare dove realizzare i fori di fissaggio sul bordo tecale.

Infatti, la fragilità della protesi in idrossiapatite ne

sconsiglia l'eccessiva manipolazione. Durante la fresatura è quindi ottimale l'uso del modello in quanto permette anche delle forzature pressorie per meglio comprendere dove l'osso risulta ancora esuberante. Se la lesione da asportare non è solo ossea, ma anche sottodurale, il successivo tempo operatorio seguirà la prassi usuale.

Con tecnica microchirurgica ed il routinario uso del neuronavigatore si procederà all'asportazione dell'espanso patologico.

Come già ricordato, la successiva richiusura durale dovrà essere, il più possibile, a "tenuta d'acqua".

❑ **PREGRESSA CRANIECTOMIA.** Diverso è il caso della preparazione dei margini ossei di una craniectomia realizzata mesi o anni prima.

Spesso il tessuto cicatriziale aderisce tenacemente al bordo osseo. Parimenti va scollato, liberandolo completamente dalle ganghe di tessuto molle, non solo tutto il bordo osseo, ma anche il piano durale sottostante, per alcuni millimetri, dal tavolo interno dell'osso (Figura 8). La procedura può essere difficoltosa e può prestarsi ad una lacerazione durale, ma va condotta con particolare pervicacia. Infatti, la protesi solitamente è più spessa del tavolo osseo e, se non ben incastrata nella breccia, tende a rimanere sollevata. Il tessuto cicatriziale e le aderenze durali perimarginali impediscono l'ottimale allocazione del manufatto.

Inoltre, i margini ossei, specie se inveterati, si presentano levigati e smussi con apparente continuità fra tavolo interno e tavolo esterno. È necessario quindi cruentarli delicatamente con la fresa al fine di favorire l'ottimale scambio di elementi biologici fra osso e protesi (Figura 8).

❑ I FORI

La protesi viene fornita con fori di ancoraggio preformati. Questo perché il perforatore può rischiare di

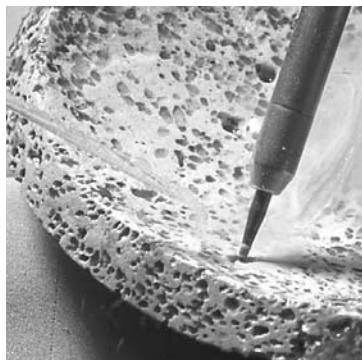


Figura 9. L'utilizzo di una fresa diamantata a bassa velocità (attorno ai 7.000 giri/minuto) permette di realizzare in sicurezza dei fori supplementari sul manufatto in idrossiapatite porosa.

frantumare il manufatto se ci si trova nella necessità di eseguire dei fori supplementari.

Sebbene il chirurgo in fase di progettazione della cranioplastica abbia la possibilità di segnalare dove e quanti fori per il fissaggio e le sospensioni desideri avere, può avere bisogno di ulteriori fori di ancoraggio. È possibile realizzarli, usando delicatezza, ma senza particolari difficoltà, con una fresa diamantata alla velocità di rotazione fra i 7.000 ed i 12.000 giri/minuto (Figura 9).

□ LE SOSPENSIONI

Le sospensioni durali centrali sono, ovviamente, sempre consigliate.

Quelle ai bordi craniectomici sono indispensabili se si tratta di una demolizione-ricostruzione in quanto la dura ai margini può risultare ampiamente scollata.

Solitamente non sono necessarie le sospensioni durali laterali nei casi di riaperture di precedenti craniectomie in quanto le aderenze fibrotiche sui margini ne impediscono lo scollamento, scongiurando il verificarsi di un ematoma extradurale post-chirurgico.

Un cenno su una particolare problematica va fatto quando si è di fronte ad ampie introflessioni durali per mancanza di sostanza encefalica sottostante. In questi casi bisogna fare molta attenzione nel solleva-



Figura 10. Ancoraggio dell'opercolo di idrossiapatite con il tavolo osseo circostante con filo incrociato a forma di "8".

mento delle sospensioni centrali. Se la dura viene troppo trazionata si possono realizzare delle lacerazioni parenchimali, nel caso di corteccia aderente alla dura, o la rottura delle vene a ponte con conseguente ematoma sottodurale.

Anche se non si può escludere a priori è ben difficile che ci si trovi nella necessità, nelle amplissime craniectomie, di eseguire una plastica durale al fine di ampliarne la superficie e permettere un ottimale sollevamento verso il tavolo in idrossiapatite.

□ L'ANCORAGGIO

Bisogna partire dal presupposto che l'opercolo in idrossiapatite deve essere il più possibile solidale con il resto della teca.

Se non avviene ciò si inficia il processo di colonizzazione. Per ottenere questo, a nostro avviso, bisogna utilizzare esclusivamente dei fili di ancoraggio (ad esempio, filo 0 in poliestere, intrecciato, rivestito, non-assorbibile). Data la natura e la fragilità iniziale della protesi ogni altro sistema di fissaggio, soprattutto se rigido, non è praticabile.

Per rendere ancora più stabile il manufatto nel suo alloggiamento definitivo può essere consigliato l'ancoraggio ad "8" (Figura 10). In pratica, il filo invece che passare a ponte, sopra e sotto, lo spazio fra opercolo e bordo craniectomico, si incrocia nel mezzo, disegnando, di fatto, un "otto".

Sebbene i bordi taglienti possano incutere qualche perplessità sul perdurare dell'integrità del filo, quest'ultimo non ha mai presentato delle discontinuità nei casi di riapertura, anche a distanza di anni, per altra patologia.

Come ultimo accorgimento è bene fare in modo che il nodo sia allocato in un foro, onde evitare di sentire poi, al tatto, dei rilievi sottocutanei.

Una particolare sottolineatura va posta nelle aperture pterionali: è imperativo il corretto riposizionamento del muscolo temporale, nonché la tenuta nell'ancoraggio.

Se non si realizza ciò si rischia la discesa del muscolo temporale ed il prodursi di due eventi concomitanti: un rilevante danno estetico ed un nocimento nell'atto masticatorio.

Se non presenti altre possibilità di ancoraggio del muscolo temporale, è buona norma far predisporre sulla protesi fronto-temporo-parietale una filiera di fori che mimi un arco fra la naturale posizione della linea temporale inferiore e quella superiore.

□ I RITOCCHI SUI MARGINI

Può succedere che la protesi non combaci perfettamente con l'osso o che rimanga, comunque, lievemente sollevata dal piano osseo circostante. Per una migliore resa estetica è quindi opportuno realizzare alcuni ritocchi o rifiniture.

Sempre con la fresa diamantata è possibile smussare i bordi della cranioplastica per pareggiarli con il tavolo osseo (Figura 11). Questa manovra va condotta con estrema cautela in quanto è assai facile frantumare il manufatto, specie sui margini. Inoltre, attenzione a non sezionare i fili di ancoraggio o sospensione con un maldestro colpo di fresa diamantata.

Se la giustapposizione fra cranioplastica e teca è troppo beante, la fessura può essere riempita con granuli di idrossiapatite mescolati con sangue fresco, prelevato dal Paziente stesso (Figura 12).

Questo impasto viene inserito nei pertugi e per tenerlo nella giusta allocazione e per fare in modo che non scorra via con i lavaggi, è utile porvi sopra un foglietto di *Tabotamp*[®].

Non interporre mai nelle discontinuità protesi-osso altro materiale, in special modo cera, in quanto impedirebbe la colonizzazione cellulare.

□ IL DRENAGGIO

Come in ogni altro intervento neurochirurgico, è buona norma posizionare un drenaggio extracranico, in aspirazione. Se la superficie è assai ampia, utile fruire di due drenaggi a circuito chiuso separato.

Se vi è stata lacerazione durale e non si è sicuri della tenuta della sua sutura, meglio servirsi di un drenaggio a caduta.

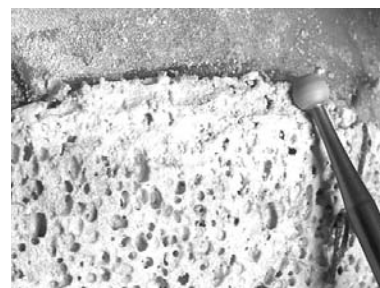
□ LA SUTURA

Nelle riaperture di precedenti lembi può rendersi necessaria una recentazione dei margini, se esuberanti, slaminati o con cheloidi, o una rettilineizzazione degli stessi.

In presenza di espansi, patologici o provocati, bisogna fare in modo di adattare in modo ottimale i vari lembi cutanei.

A seconda delle esigenze si useranno fili da 2-0 a 6-0, possibilmente monofilamento. Ma le preferenze dei chirurghi hanno ampia variabilità e vanno dalla seta intrecciata al poliammide monofilamento.

Figura 11. La fresa diamantata permette anche la regolarizzazione dei margini della cranioplastica in idrossiapatite, livellandoli al bordo osseo.



La tecnica è quella classica, a strati. Le varianti però possono essere molteplici e qui gioca molto l'abitudine dell'operatore. Da alcuni è ritenuta migliore la sutura interamente intradermica. Ma anche questa con delle eccezioni: non è consigliabile a livello delle palpebre.

L'importante è che i vari strati siano ben contrapposti, siano sullo stesso piano, senza intra- od estroflessioni.

I punti di sutura, se esterni, andranno rimossi, a decisione del chirurgo, fra la settima e la decima giornata, a seconda che si tratti di una ferita vergine o di una riapertura.

□ IL BENDAGGIO

Sempre a piatto. Evitare le fasciature compressive in quanto possono dislocare o danneggiare la protesi.

Inoltre, un turbante troppo stretto può impedire un ottimale afflusso di sangue ai tessuti sovrastanti la cranioplastica. La cute negli espansi è particolarmente delicata e sottile, per questo va trattata con estrema delicatezza evitando abrasioni o inutili compressioni. La ferita non necessariamente va medicata di soven-



Figura 12. Se permangono piccole soluzioni di continuo fra la giustapposizione tavolo-cranioplastica si possono utilizzare, come riempitivo, dei granuli di idrossiapatite mischiati a sangue.



Figura 13. Rx cranio in latero-laterale che mostra una dislocazione posteriore della protesi in idrossiapatite. Tale evenienza è stata causata da una fasciatura compressiva eseguita nel tentativo di risoluzione di una fistola liquorale sottocutanea. Quale conseguenza, la scarsità di

ancoraggi per una cranioplastica di tali dimensioni. Da notare (*) che il Paziente è stato anche embolizzato con spirali di Guglielmi di ben due aneurismi (della dicotomia carotidea interna e della biforcazione a destra) riscontrati, quali reperti occasionali, durante le indagini preparatorie per la cranioplastica.

te, ma le garze vanno spesso osservate. Se macchiate, non solo devono essere prontamente cambiate, ma va attentamente valutata la soluzione di continuo cutanea.

□ IN CORSIA

La tipologia di chi è candidato alla chirurgia per posizionamento di una cranioplastica su misura in idrossiapatite è la più varia. Dallo stato vegetativo al soggetto completamente autonomo già dopo qualche ora dall'intervento, dal bambino all'adulto, da chi ha subito anche l'asportazione di un concomitante tumore a chi è stato interessato da una chirurgia solamente extradurale. Quindi, le esigenze assistenziali in corsia sono le più varie.

Anche se non da tutti condivisa, suggeriamo la prosecuzione della profilassi antibiotica ancora per qualche giorno.

Il drenaggio extracranico è sfilato solitamente in seconda-terza giornata post-operatoria.

Se necessario, la profilassi antitrombotica, ad esempio con *nadroparina calcica*, viene istaurata a distanza di 24-48 ore.

Non vi è evidenza per una profilassi anticomiziale.

□ LE COMPLICANZE

Le vere complicanze sono sostanzialmente due: l'infezione del manufatto e la dislocazione dello stesso. Nel primo caso, ovviamente, la protesi va rimossa e

vanno bonificati i tessuti molli. Si penserà poi all'eventuale realizzazione di una nuova protesi.

Nel caso della dislocazione (Figura 13) si può rendere necessario un nuovo intervento chirurgico per il riposizionamento.

Vi sono però degli eventi nel post-chirurgico che sebbene non siano delle vere e proprie complicanze possono realizzare un "decorso complesso"

□ **RACCOLTA EMATICA EXTRADURALE EX-VACUO.** Se vi è stata rilevante perdita di sostanza cerebrale o, comunque, il parenchima risulta anelastico e non torna prontamente a parete dopo il posizionamento della cranioplastica, può succedere che fra quest'ultima e la sottostante dura si raccolga una certa quantità di sangue. Tale stravasato viene riassorbito nel tempo man mano che si assiste alla progressiva riespansione compensativa encefalica.

□ **FISTOLA LIQUORALE.** Dove vi è stata chirurgia ablativa sottodurale o se si è prodotta una fissurazione durale nel corso dello scollamento, la fistola liquorale è sempre in agguato. La minore adesività dei piani sottocutanei con il manufatto protesico può favorire l'accumulo di liquor sotto il lembo. L'unica misura realisticamente proponibile è il posizionamento di un drenaggio liquorale lombare. Qualche giorno di sottrazione liquorale, abbastanza spinta, in decubito supino, solitamente risolve il problema.

□ **EMATOMA EPICRANICO.** Una certa succulenza dei tessuti epicranici dopo chirurgia è sempre possibile. Specie se il lembo è stato di vaste proporzioni e il drenaggio sottocutaneo è stato sfilato precocemente o accidentalmente. Anche in questo caso, evitare le fasciature compressive.

Se i prodotti di degradazione ematica tendono nel tempo a colliquare, può essere razionale eseguire qualche puntura sottocutanea evacuativa al fine di favorire l'attaccamento fra i piani dei tessuti molli e la protesi.

□ CONCLUSIONI

In questa rapida carrellata abbiamo avuto modo di constatare che, di fatto, si tratta di una chirurgia di una semplicità quasi disarmante, ma si rammenta che, sovente, quando si va in montagna, ci si fa male nella discesa e non durante l'impervia salita. Val quindi la pena di ricordare che "quello che è facile si deve affrontare come se fosse difficile e quello che è difficile come se fosse facile" (*Balthasar Gracián, Oraculo manual y arte de prudencia, 1637*).

Note tecniche

□ La collaborazione tra neurochirurgo e chirurgo plastico: utilità di un approccio multidisciplinare

C. RIBERTI, E. RAMPINO CORDARO, P.C. PARODI, G.F. GUARNERI, F. DE BIASIO

Clinica di Chirurgia Plastica Ricostruttiva, Azienda Policlinico Universitario a Gestione Diretta, Udine

La soluzione delle complesse problematiche che la medicina moderna quotidianamente si trova a dover affrontare passa necessariamente attraverso un approccio di tipo multidisciplinare. Il contributo che ogni specialista porta alla causa della guarigione del malato è rappresentato da un bagaglio di conoscenze sempre più approfondite e settoriali che, unito a quelli complementari dei colleghi delle altre branche, determina l'ottimizzazione del risultato.

Per parte propria, il chirurgo plastico, come si evince dalla definizione della specialità stessa, mette a disposizione la sua abilità nel "modellare" o, comunque, nel ricostruire ciò che un evento patologico ha alterato.

In quest'ottica, la collaborazione tra specialisti in chirurgia plastica e neurochirurgia rappresenta senza dubbio un ambito in cui questo approccio multidisciplinare al trattamento dei pazienti risulta più efficace e produttivo.

Esistono diverse situazioni in cui questo rapporto si concretizza: in alcune di esse, come nel trattamento d'urgenza delle lesioni traumatiche dell'estremo cefalico e nella patologia malformativa congenita, i due specialisti si trovano a lavorare gomito a gomito, al letto operatorio. In altre, come ad esempio nella patologia neoplastica, l'uno si trova ad operare di seguito all'altro in un unico continuum terapeutico dettato dal momento demolitivo e da quello ricostruttivo.

A prescindere dalla patologia da trattare, esistono alcuni capisaldi che costituiscono il comune denomina-

tore delle diverse situazioni in cui la collaborazione tra le due branche chirurgiche si esplica. Questi punti fermi riguardano la preparazione e l'esecuzione dell'intervento.

Il raggiungimento di un risultato ottimale passa attraverso tre fasi:

- l'analisi del difetto;
- la valutazione dei tessuti potenzialmente adatti alla ricostruzione;
- la scelta della tecnica chirurgica che garantisca le migliori possibilità di guarigione completa.

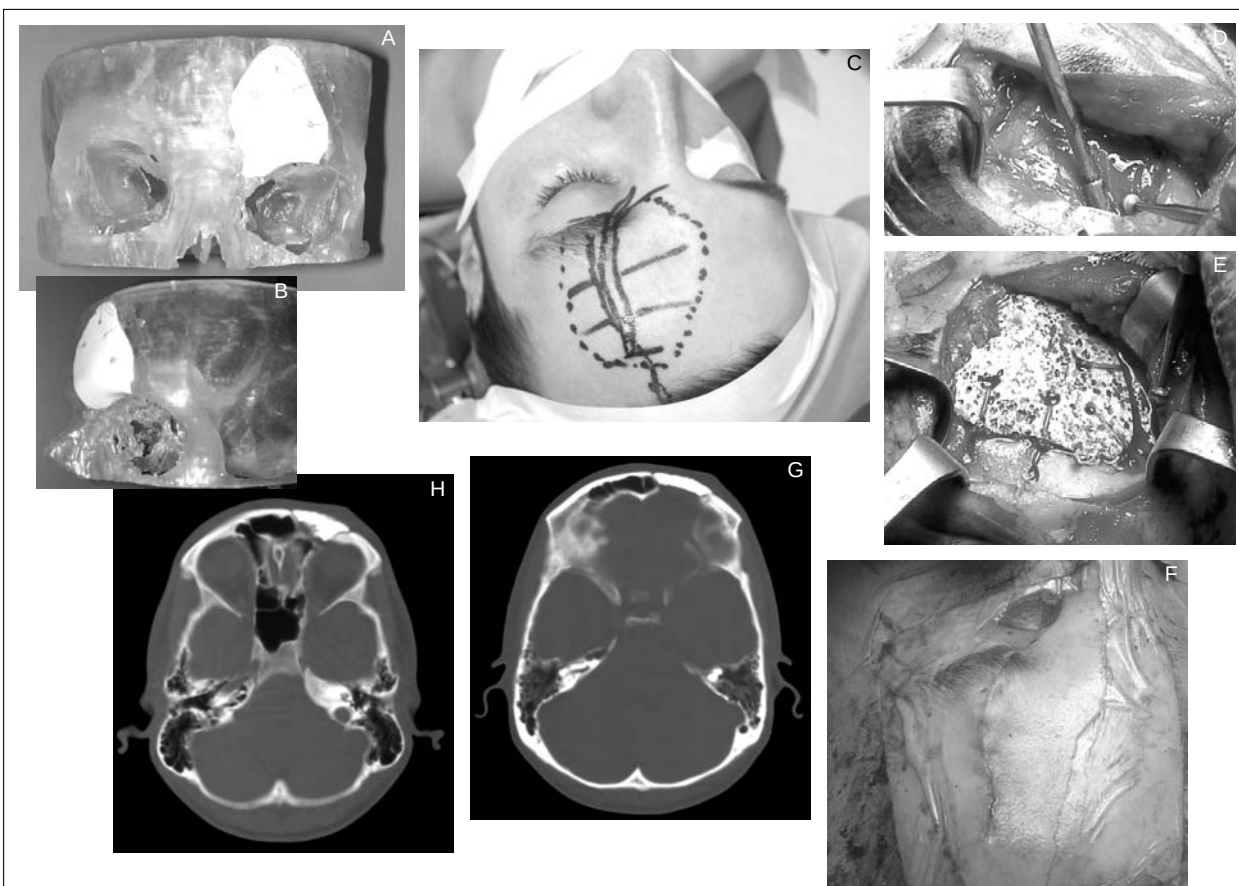
Una corretta valutazione della deformità, sia essa dovuta ad un evento traumatico, ad una malformazione o ad una demolizione per motivi oncologici, deve comprendere: l'identificazione delle strutture coinvolte, i deficit funzionali, l'estensione del danno e la qualità dei tessuti residui. Condizioni sfavorevoli sono costituite da una vascolarizzazione perilesionale incerta o inadeguata, dalla esposizione di strutture nobili, da necrosi o danneggiamento tissutale, dalle dimensioni oltremodo ampie del difetto da riparare e dalla contaminazione batterica.

L'evoluzione dei lembi miocutanei e fasciocutanei, dei lembi microvascolari e l'espansione tissutale hanno aggiunto una nuova dimensione al repertorio del chirurgo ricostruttore. Sono stati messi a punto nuovi lembi che, non solo sono affidabili, ma hanno consentito di espandere le applicazioni in diversi distretti corporei. Ciò permette di scegliere e combinare,

Corrispondenza: Prof. Carlo Riberti, Clinica di Chirurgia Plastica Ricostruttiva, Ospedale Civile "S. Michele", 33013 Gemona del Friuli (UD), tel. 0432-989384, fax 0432-989217, e-mail: chirplast@med.uniud.it

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 161-163.

Articolo ricevuto in redazione in data 6 maggio 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it



CASO CLINICO. Paziente maschio di 22 anni, vittima di trauma stradale con frattura frontale interessante anche il bordo orbitario (A, B). A distanza di 8 mesi dall'evento, viene sottoposto ad intervento chirurgico di cranioplastica con protesi su misura in idrossiapatite porosa. Si pianifica un accesso intracatriziale con regolarizzazione dei margini cutanei (C). Una volta evidenziato il piano osseo deformato dal trauma, l'area è cruentata mediante fresa (D) e viene, quindi, applicato un patch di idrossiapatite preformato e perfettamente inseribile (E). Si scollano, poi, i margini della ferita lungo il piano periosteo ed i due lembi miocutanei vengono avvicinati e suturati a soli punti intradermici, introflettenti (F). Ad un mese dall'intervento, il controllo TC encefalico (G, H), con risoluzione per osso, mostra la perfetta allocazione della protesi in idrossiapatite porosa nella cranioiacunia. A questo corrisponde un ottimale risultato estetico.

quindi, tra tecniche diverse, personalizzando il trattamento di ogni singolo paziente.

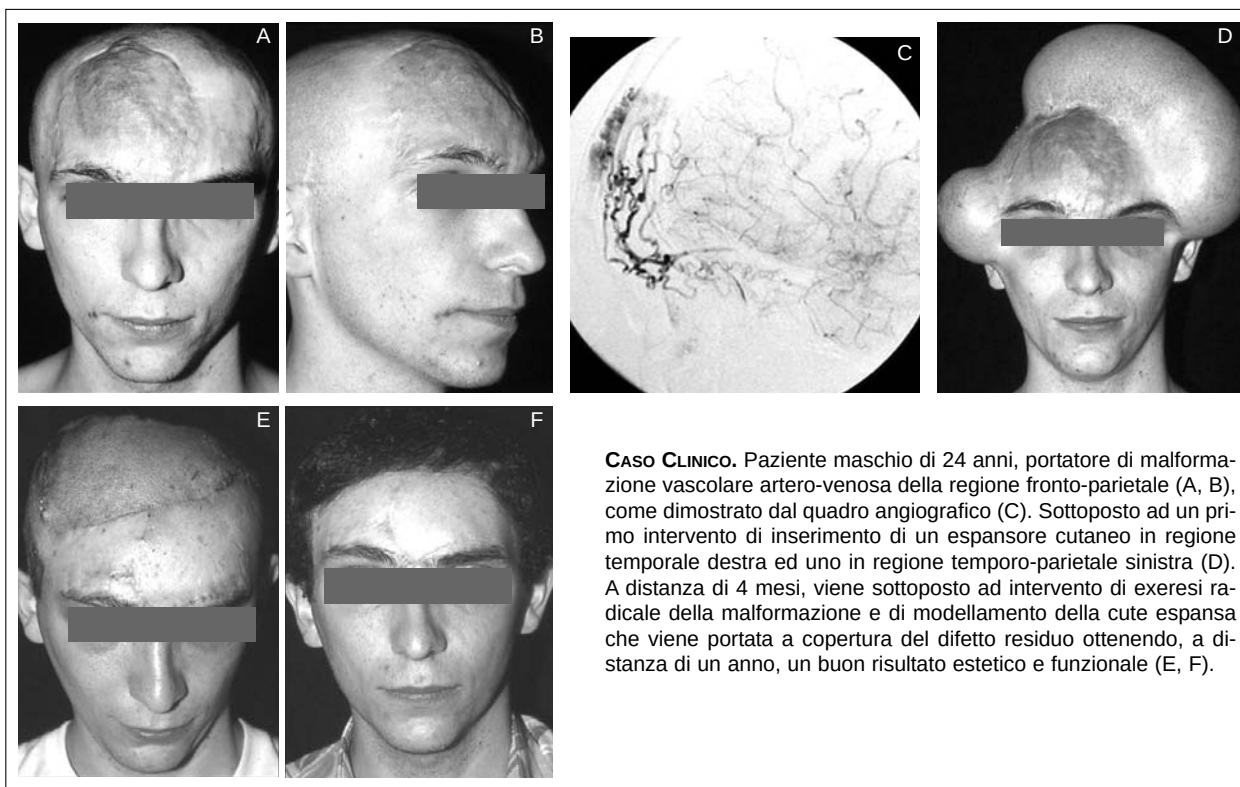
Storicamente, la tecnica di prima scelta per la ricostruzione dei difetti dell'estremo cefalico è costituita dall'impiego di lembi cutanei adiacenti; talvolta, però, la presenza di un danno ai margini del difetto, restringe le possibilità di utilizzo di lembi locali, costringendo il chirurgo a considerare, in alternativa, l'utilizzo di lembi a distanza.

L'introduzione dell'espansione cutanea ha decisamente rinnovato l'interesse per le soluzioni loco-regionali, risolvendo le problematiche di matching di colore e di spessore che spesso alterano il risultato cosmetico finale. Infine, la microchirurgia consente di

colmare difetti ampi e complessi mediante l'impiego di lembi a distanza.

Per quanto riguarda la procedura, si fa riferimento al seguente protocollo operativo:

- A. perdite di sostanza di *dimensioni limitate* (diametro massimo di 5 cm):
 - sutura diretta previo ampio scollamento dei margini ed incisioni di rilasciamento della galea,
 - lembi locali di rotazione o avanzamento;
- B. perdite di sostanza di *medie dimensioni* (diametro massimo di 10 cm):
 - lembi locali di rotazione,
 - lembi secondo la tecnica di Orticochea,
 - espansione cutanea (1-3 mesi);



CASO CLINICO. Paziente maschio di 24 anni, portatore di malformazione vascolare artero-venosa della regione fronto-parietale (A, B), come dimostrato dal quadro angiografico (C). Sottoposto ad un primo intervento di inserimento di un espansore cutaneo in regione temporale destra ed uno in regione temporo-parietale sinistra (D). A distanza di 4 mesi, viene sottoposto ad intervento di exeresi radicale della malformazione e di modellamento della cute espansa che viene portata a copertura del difetto residuo ottenendo, a distanza di un anno, un buon risultato estetico e funzionale (E, F).

C. perdite di sostanza di ampie dimensioni (diametro maggior di 10 cm):

- espansione cutanea (2-4 mesi),
- lembi microchirurgici.

Notevole importanza riveste la gestione post-operatoria delle ferite chirurgiche: una terapia antibiotica topica o sistemica, l'uso di prodotti per il massaggio delle cicatrici, l'uso di lamine di silicone per ridurre il rischio di cicatrizzazione ipertrofica e il camouflagge mediante prodotti cosmetici, costituiscono il naturale completamento dell'iter chirurgico.

Si può quindi affermare che la somma delle conoscenze del chirurgo plastico e del neurochirurgo in merito alla fisiologia ed alla anatomia tridimensionale dell'estremo cefalico e di tutte le strutture sottostanti, consente un significativo miglioramento del ri-

sultato chirurgico sia per quanto riguarda l'aspetto funzionale che per quello prettamente estetico.

□ BIBLIOGRAFIA

1. Netscher D., Stal S., Shenaq S.S., Alford E.L., Valadka A.: An algorithm for management of residual posttraumatic calvarial defects in adults. *J Craniomaxillofac Trauma* 1997; 3 (1): 36-45.
2. Pennington D.G., Stern H.S., Lee K.K.: Free-flap reconstruction of large defects of the scalp and calvarium. *Plast Reconstr Surg* 1989; 83 (4): 655-661.
3. Perlyn C.A., Schmelzer R., Govier D., Marsh J.L.: Congenital scalp and calvarial deficiencies: principles for classification and surgical management. *Plast Reconstr Surg*. 2005; 115 (4): 1129-1141.

Note tecniche

□ L'assistenza infermieristica

B. ROSSI, S. MONTI, L. BAZZO

Struttura Operativa Complessa di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine

□ INTRODUZIONE

La scatola cranica ricopre una funzione molto importante: proteggere il cervello. Se, per vari motivi, si produce una craniolacunia, diviene necessario intervenire chirurgicamente per sostituire la porzione di osso mancante con l'inserzione di una protesi. Le cause possono essere eventi traumatici, patologie tumorali, riassorbimenti ossei o infezioni a seguito di riposizionamento di osso autologo.

I materiali usati finora per la cranioplastica sono molteplici, ma molti di loro sono stati abbandonati per vari motivi, quali: scarsa maneggevolezza del prodotto, tempi intra-operatori lunghi, rischi legati alla sicurezza degli operatori, risultato estetico non ottimale, difficoltà di modellamento per craniectomie ampie.

□ I MATERIALI

I principali materiali utilizzati sono: osso autologo, titanio, polimetilmetacrilato ed idrossiapatite.

- Per *osso autologo* si intende un lembo osseo del Paziente che, con varie tecniche, viene suddiviso in piccole parti o laminato e posizionato nel difetto osseo. I vantaggi di questa tecnica sono l'ottima biocompatibilità, il costo quasi nullo. Gli svantaggi sono il riassorbimento, i tempi chirurgici elevati, l'impossibilità di utilizzo per grandi lacune ossee, la necessità di usare spesso microplacche, seppure riassorbibili, per il fissaggio dei frammenti.

- Il *titanio* ha proprietà tali che lo rendono un ottimo materiale. Nella cranioplastica è usato sotto forma di placche e viti o sotto forma di rete. I vantaggi sono la buona tollerabilità e la discreta modellabilità. Gli svantaggi sono le interferenze nelle immagini degli esami diagnostici, la conducibilità di calore che può portare in alcuni casi a necrosi tissutale ed, inoltre, non favorisce la proliferazione ossea.

- La *resina sintetica acrilica* può essere definito un ottimo materiale per la cranioplastica. La tecnica prevede la preparazione della resina mediante la miscela di due componenti, una polverosa ed una liquida, direttamente in Sala Operatoria. I vantaggi sono un accettabile risultato estetico per piccole lacune e la possibilità di modellare con facilità le imperfezioni in corso d'opera. Gli svantaggi della miscelatura in Sala Operatoria sono la reazione esotermica data dall'impasto, la dispersione nell'ambiente di sala di vapori nocivi per gli operatori, la presenza di bolle d'aria che possono dare minore resistenza e quindi minore protezione agli impatti e sviluppare colonie batteriche, la dilatazione dei tempi chirurgici, nonché il rilascio di componenti chimici.

- L'*idrossiapatite* è una sostanza inorganica anche se prodotta e riassorbita dalle strutture organiche, è la principale componente minerale dell'osso. In commercio è presente sotto forma granulare o compatta. I vantaggi sono la porosità che permette una rigenerazione del tessuto osseo, l'alta biocompatibilità e la possibilità di utilizzo anche in caso di pre-

Corrispondenza: I.P. Barbara Rossi, S.O.C. di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, tel. 0432-552705.

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 165-170.

Articolo ricevuto in redazione in data 30 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

cedenti rigetti di cranioplastiche. Con l'uso di cranioplastiche su misura in idrossiapatite i tempi chirurgici sono notevolmente ridotti. Lo svantaggio è una certa fragilità che perdura anche alcuni mesi dopo l'impianto. Quest'ultimo materiale, seppur di recente studio rispetto ad altri, come i metalli o i polimeri, si sta rivelando il più adattabile al sistema biologico e, soprattutto, a seguito dell'utilizzo di tecniche altamente industrializzate per la modellazione di protesi su misura, il più idoneo a soddisfare il Paziente sia nell'estetica sia nella funzionalità. L'idrossiapatite in uso presso la nostra struttura è un materiale bioceramico a porosità programmabile.

□ LA PREPARAZIONE

Il Paziente che subisce un intervento di cranioplastica spesso non è la prima volta che affronta il ricovero in una struttura ospedaliera per problematiche neurochirurgiche.

Il motivo per cui si verifica una nuova degenza ed un intervento chirurgico può essere conseguente a eventi accaduti tempo prima, ovvero:

- trauma cranico con affondamento osseo o ampie craniectomie decompressive,
- infezioni dell'opercolo osseo,
- esiti di interventi neurochirurgici con riassorbimento dell'opercolo.

La cranioplastica è quindi la fase ultima (talvolta intermedia) di un percorso che il Paziente ha iniziato tempo prima e che vede completare un intero iter clinico-terapeutico.

Vi sono però anche situazioni dove, di fatto, si tratta del primo intervento che il Paziente subisce a livello cranico come:

- nella demolizione-ricostruzione della teca cranica nei casi di invasione tumorale ossea,
- nella craniostenosi ed in altre patologie malformative cranio-encefaliche.

Nella prima evenienza siamo di fronte a pazienti che hanno sì la problematica della cranioplastica, ma dove il riferimento di base resta la neoplasia con il suo corollario di implicazioni neurologiche e coinvolgimento emotivo.

Nel secondo caso l'impatto può essere anche maggiore in quanto si tratta di pazienti giovani o giovanissimi e l'interazione con la realtà ospedaliera deve essere mediato dalla madre.

□ FASE PRE-OPERATORIA

L'assistenza infermieristica in neurochirurgia presuppone la conoscenza delle condizioni generali, emotive e neurologiche del Paziente che si appresta ad affrontare un intervento chirurgico, per poter pianificare obiettivi e strategie terapeutiche mirate.

Solitamente il Paziente effettua il ricovero il giorno prima dell'intervento. Lo stesso giorno viene sottoposto a una serie di valutazioni diagnostico strumentali. L'esecuzione della TC cranica in 3D viene, invece, programmata qualche tempo prima, in quanto l'immagine tridimensionale ricavata viene prima inviata alla ditta produttrice per la realizzazione della protesi cranica su misura.

Fra i problemi prioritari che l'infermiere prende in esame è lo stato d'ansia che il Paziente manifesta al momento del ricovero. Per molto tempo, infatti, lo stesso ha convissuto, dopo la dimissione dal primo ricovero, con uno stato di guarigione non proprio completo dove si confrontava quotidianamente con l'attesa di un nuovo intervento e con la continua preoccupazione dei rischi legati alla mancanza dell'opercolo. Nel caso di un Paziente portatore di un tumore che richiederà una prima fase di demolizione-asportazione della massa ed una successiva cranioplastica, potrà manifestare le preoccupazioni per i postumi deficitari di tipo neurologico.

La mancanza di conoscenza sulla routine peri-operatoria è motivo di apprensione e genera uno stato d'ansia che potrebbe compromettere l'ottimale evolversi del periodo di degenza.

Quindi l'obiettivo dell'infermiere è quello di educare il Paziente ed i famigliari sui diversi aspetti delle procedure come il momento dell'intervento, l'anestesia generale e l'inserzione di linee venose, tubi e drenaggi post-operatori, chiedendo la collaborazione del chirurgo per i dettagli tecnici.

La preparazione all'intervento chirurgico è comune ad altri interventi di neurochirurgia e prevede:

- rasatura del cranio che può essere anche solo parziale,
- igiene e cura del corpo, in particolare la zona su cui si interviene chirurgicamente (eseguirà, la sera prima dell'intervento e la mattina stessa, una doccia con un prodotto antisettico e verranno fatti vari impacchi sulla zona interessata con un disinfettante topico),
- monitoraggio dei parametri vitali,
- osservazione delle prescrizioni anestesologiche e neurochirurgiche,

- controllo della documentazione clinico-radiologica,
- digiuno pre-operatorio.

L'operando è quindi pronto ad affrontare l'intervento di cranioplastica. Viene accompagnato in sala operatoria e vengono date al collega infermiere dettagliate consegne sulla sua storia clinica.

□ IL TEMPO OPERATORIO

Dal punto di vista dello strumentista, le esigenze da rispettare in Sala Operatoria non sono molto dissimili da qualsiasi altro intervento neurochirurgico cranico. La sala accoglie l'equipe normalmente presente per interventi a media complessità, in quanto non sono necessarie particolari apparecchiature o dispositivi, fatta eccezione per l'attrezzatura dedicata all'anestesista per osservare e mantenere i parametri vitali. I tavoli operatori vengono allestiti come per un intervento neurochirurgico cranico in cui si necessita solo l'utilizzo di un trapano elettrico o ad aria compressa ad alta velocità, ma senza l'apertura della dura madre e l'esposizione della corteccia cerebrale. A meno che non si tratti di un intervento di demolizione-ricostruzione con asportazione di un processo espansivo sottodurale.

Il Paziente viene accolto in sala operatoria dal personale circolante come da protocollo in uso, ci si accerta della sua identità e che non abbia oggetti metallici, protesi o monili. Si controlla che ci sia la documentazione radiologica necessaria, gli esami ematici ed il gruppo sanguigno necessari per ogni eventualità e che siano stati firmati i consensi (anestesiologico e chirurgico). Quindi viene trasferito sul letto operatorio. La necessità di assicurare una posizione confortevole, ma nello stesso tempo anche adeguata alle esigenze dell'intervento, può essere un punto di criticità dell'attività. Al Paziente viene posizionato un accesso venoso periferico e monitorizzate la pressione sanguigna, la saturimetria e l'elettrocardiogramma.

A questo punto l'anestesista procede all'induzione e al mantenimento dell'anestesia. Si predisporranno altre vie venose d'accesso e, a discrezione dell'anestesista, anche un catetere vescicale per la monitoraggio della diuresi.

Passeremo quindi al posizionamento definitivo del Paziente per l'intervento. Al termine la testa verrà fissata al tavolo operatorio tramite testiera di Mayfield. La testa del Paziente ed il torace devono essere il più possibile in asse.

Nella nostra realtà il braccio sinistro viene esteso ed

appoggiato su un reggibraccia, invece il braccio destro viene disteso lungo il fianco destro. Particolare attenzione deve essere posta ai punti di pressione quali le spalle, la zona lombare, i talloni, che devono essere protetti con cuscini e materiali antidecubito. Il Paziente deve essere ben riscaldato: per questo lo si ricopre con una speciale coperta termica ad aria calda. Si utilizzeranno liquidi caldi per le infusioni o le irrigazioni della sede d'intervento. Prima del posizionamento dei telini chirurgici viene collocato un tavolo che permette un accesso agevole alla testa del Paziente e facilita la strumentazione. La stessa filosofia e gli stessi accorgimenti valgono anche se il Paziente, invece che in decubito supino, viene posizionato in decubito prono. Con una attenzione in più: il torace deve potersi espandere in modo ottimale.

Terminato l'allestimento del campo operatorio ed effettuati tutti i collegamenti di aspirazione dei liquidi e dei cavi di coagulazione, il chirurgo può iniziare.

Si procede all'approccio chirurgico: l'inizio dell'intervento avviene, come di consuetudine, con l'incisione e lo scollamento dei tessuti fino alla teca cranica. A questo punto, a seconda del tipo di cranioplastica che si utilizzerà, la tecnica chirurgica si distingue:

- In caso di *materiale autologo* si procede a prelevare una porzione di teca cranica adiacente o contralaterale per suddividerla, grazie a un trapano craniotomo in strati più sottili da giustapporre uno accanto all'altro in modo da coprire le lacune ossee. Questa tecnica molto usata negli anni passati presso la nostra SOC, oggi è riservata a piccoli difetti ossei. Lo strumentista in questo caso preparerà un trapano chirurgico, seghe e frese di varie forme e dimensioni e terrà a disposizione le microplacche in titanio o in materiale riassorbibile per l'eventuale fissaggio dei frammenti che, in alternativa, vengono assicurati in sede con filo di seta.
- In caso di *materiale in titanio* si procede alla quantificazione del difetto osseo, se la porzione è ridotta od ha forma allungata è sufficiente creare dei ponti con placchette lineari o ad Y a più fori che impediscano l'avvallamento dei tessuti molli sovrastanti e diano una certa continuità della curva del cuoio capelluto. Se invece la parte di osso mancante è più ampia, si prevede l'utilizzo di una rete in titanio modellabile. Entrambe le soluzioni comportano l'utilizzo di un trapano perforatore munito di punta per la creazione di fori nella teca cranica in cui ancorare la rete o le placche a più fori con viti solitamente di 1,2-1,4 mm di diametro, di varie lunghezze. Le difficoltà di questa tecnica, oltre agli

svantaggi già citati, sono quelle di maneggiare del materiale che può risultare tagliente e le dimensioni ridotte delle viti. La scarsa plasticità del titanio può portare a risultati non proprio ottimali. Sottolineiamo che la rete troncata nella modellazione presenta margini taglienti che si possono impigliare ai guanti chirurgici e bucarli. La strumentista in questo caso preparerà frese adatte alle dimensioni delle viti, cacciaviti, tronchesi, pinze portaplacche e quant'altro faccia parte dello strumentario dedicato alle cranioplastiche in titanio.

- In caso dell'uso di *metilmetacrilato* una volta raggiunta la teca cranica si procede alla preparazione della resina sintetica; la nostra SOC utilizza un preparato per cranioplastica fornita dalla ditta Codman: si presenta in confezione singola con una busta di polvere al 79,6% di metilmetacrilato, una fiala di liquido al 95,05% di monomero di metilmetacrilato e una pellicola di nylon. La strumentista munita di ciotola e cucchiaino provvede sterilmente ad unire polvere e liquido ed a mescolarli continuamente per un tempo tra i 5 ed i 12 minuti per permettere la polimerizzazione. Durante questa fase si sprigiona anche un odore acre e pungente, molto forte e fastidioso. Raggiunta una certa consistenza dell'impasto, si stende, sulla corteccia irrorata di soluzione salina e protetta da cottonini chirurgici, il nylon che lo contiene e si procede al modellamento della resina. Il tempo di presa si aggira tra i 14 ed i 20 minuti ed è influenzato anche dalla temperatura ambientale e dalle dimensioni del manufatto. Durante questo periodo di plasmabilità si sviluppa, per reazione chimica, calore che può danneggiare i tessuti sottostanti. Gli operatori pertanto devono continuamente irrorare con soluzione fisiologica il cervello. Nella fase finale della solidificazione del manufatto, per preservare i tessuti dal calore chimico, lo si può asportare dalla sede, con il rischio però che facilmente si deformi o addirittura si spezzi. Una volta raggiunta la solidificazione si procede all'eventuale perfezionamento e smussatura della cranioplastica mediante fresatura delle imperfezioni e alla creazione di fori di ancoraggio alla teca cranica. Solitamente si realizzano 5 o più fori sulla porzione di resina ed, in corrispondenza, sulla teca cranica. In genere si usano fili 1-0 per il fissaggio.
- In caso di "ossa" di ceramica (*idrossiapatite*), è stato messo a punto un metodo industriale per dare forma al materiale dell'innesto osseo in modo da consentire una ricostruzione anatomicamente ed esteticamente valida. Prima della programmazione

dell'intervento di cranioplastica il Paziente viene sottoposto ad indagine diagnostica mediante TC. L'esame, caricato su un disco ottico o altro supporto informatico, viene spedito alla ditta produttrice della protesi che, grazie a una metodica computerizzata, importa il contorno della teca cranica del Paziente. Le linee della metà illesa vengono copiate e specchiate: la "specchiatura" serve come riferimento per tracciare le curve della parte mancante. Si disegna così un profilo che copre la lesione seguendo la fisionomia del Paziente. Si procede alla verifica dell'incastro virtuale ottenuto e quindi a realizzare un modello derivato dall'immagine in 3D quale sagoma per la protesi. Una volta prodotto il dispositivo su misura in idrossiapatite, questo viene consegnato tramite corriere alla Sala Operatoria, che provvede a programmare l'intervento chirurgico. Quando la cranioplastica in idrossiapatite viene consegnata, il personale infermieristico si occupa per prima cosa di controllare la corrispondenza dei dati in codice con quelli anagrafici del Paziente in attesa d'intervento ed, inoltre, controlla la dichiarazione di conformità secondo le direttive CEE, che viene emessa dalla ditta produttrice. Si accerta oltre a ciò l'integrità della protesi ed il corretto confezionamento. La cranioplastica viene fornita sterile (raggi gamma: 2.5 MRad), in doppia copia ed accompagnata da una confezione di granuli di idrossiapatite per eventuali piccole lacune non rilevate in precedenza. Nei giorni precedenti l'intervento, la cranioplastica viene conservata in un armadio chiuso, in ambiente asciutto, nei locali della Sala Operatoria stessa. Nel trattamento preoperatorio immediato, il Paziente deve essere sottoposto ad una profilassi antibiotica. Nel nostro Ospedale, per protocollo, si utilizza cefazolina 2 g endovena, iniettata in sala operatoria all'arrivo del Paziente e, comunque, circa un'ora prima dell'intervento. Nei pazienti allergici è indispensabile usare una profilassi sostitutiva. Il giorno dell'intervento il Paziente verrà accolto in Sala Operatoria come precedentemente descritto. Il personale circolante avrà cura di ricontrollare la corrispondenza del Paziente con la protesi cranica su misura, evidenziando nome e cognome della persona. Accertata l'interdipendenza, aprirà sterilmente la confezione integra alla strumentista. Quest'ultima, allestiti sterilmente i tavoli operatori, si attrezzerà per preparare la protesi impiantabile su misura per la ricostruzione della sezione di teca cranica. La prassi prevede di imbibire il dispositivo con soluzione salina

sterile a cui è stata aggiunta rifampicina (10 mg) per soluzione iniettabile. In ogni caso va impiegato un antibiotico a largo spettro Gram +. Questo perché l'area interessata può essere ricca di Stafilococchi che, come è ben noto, alloggiano frequentemente sulla cute nonostante detersione e disinfezione accurate. Solitamente si provvede a trattare una sola delle due protesi fornite. La seconda verrà utilizzata solo in caso di rottura o accidentale caduta della prima cranioplastica. Una sicurezza per gli operatori, che, nonostante la massima attenzione e perizia, possono imbattersi in inconvenienti accidentali. Il medico per inserire il dispositivo protesico, dopo un'accurata disinfezione, preceduta da una non meno attenta detersione da parte del personale circolante, prepara la zona ossea interessata scollando i tessuti molli sovrastanti. Ben più complessa è la procedura se si tratta di demolizione-ricostruzione della teca cranica e ancor più se vi è la necessità di un tempo sottodurale. Il chirurgo farà particolare attenzione affinché il contatto osso-impianto sia il maggiore possibile. Durante questa fase bisogna evitare di premere in maniera eccessiva sul manufatto. Inoltre, una scorretta manipolazione potrebbe causare una frattura nella protesi, che per l'alta percentuale di pori presenti, mostra una certa fragilità. Al fine di favorire la colonizzazione dell'impianto, la protesi deve essere posta in contatto con la maggior parte possibile di tessuto osseo integro. La cranioplastica solitamente è già munita di fori per il passaggio dei fili di ancoraggio per cui si provvederà a realizzare con una fresa dei fori sulla teca cranica in corrispondenza ai precedenti per poterla ancorare con sicurezza. Piccole imperfezioni si possono colmare con i granuli riempitivi in idrossiapatite, che sono fortemente osteoinduttivi. Prima dell'applicazione del granulato, la strumentista, dopo che il personale circolante le ha fornito in maniera sterile la confezione, mescola in una ciotola sterile i granuli con del sangue prelevato fresco dal Paziente. L'impasto deve essere applicato gradualmente e con una leggera pressione fino al riempimento completo dei fori o della rima di separazione tra protesi ed osso o del dislivello. La protesi di riserva in idrossiapatite viene conservata sterile con le indicazioni per la rintracciabilità del Paziente a cui era destinata. Si colloca in un locale della Sala Operatoria adibito a magazzino, in un armadio chiuso. Ad impianto avvenuto, il personale circolante provvede ad applicare e riportare nella cartella peri-operatoria del Paziente

l'etichetta fornita dalla ditta produttrice. Riporta i dati di fabbricazione, il codice ed il lotto, la scadenza e la data d'impianto. Anche il medico provvede ad inserire gli stessi dati nella descrizione dell'intervento chirurgico. Inoltre, consegna al Paziente un cartellino identificativo del prodotto con note su eventuali problematiche di gestione in rapporto a possibili future indagini diagnostiche.

Una volta fissata la protesi, di qualunque materiale essa sia, si procede alla sutura dei tessuti sovrastanti e al posizionamento di un drenaggio, se il sanguinamento è importante. Si chiude il tessuto muscolare come di consuetudine con del filo 1-0 in seta, il sottocute con filo riassorbibile 2-0. Di seguito la cute con sutura continua in seta 2-0 o 3-0, a seconda della consistenza della pelle.

Al termine dell'intervento si procede allo smantellamento dei teli operatori ed al fissaggio della medicazione con cerotto poroso. Si accompagna il Paziente ancora in anestesia generale in sala risveglio dove l'anestesista provvede con cura all'estubazione. Se c'è presenza di un drenaggio ci si assicurerà che le sedi di inserzione e di raccordo siano fissate per evitare distacchi accidentali. Dopo il risveglio il Paziente viene tenuto in osservazione monitorizzando ancora i parametri vitali, e quindi trasferito in reparto (in genere circa 60 minuti dalla fine dell'intervento).

□ FASE POST-OPERATORIA

La valutazione neurologica fatta dal personale infermieristico nell'immediato post-operatorio è una verifica intermedia del quadro clinico generale che si ha del Paziente.

Questa va confrontata con i dati raccolti all'ingresso e con una valutazione finale fatta al momento della dimissione; ciò consente di verificare il grado di autonomia raggiunto dal Paziente: obiettivo primario dell'assistenza infermieristica.

Il Paziente che esce dalla sala operatoria e dalla sala di recupero post-anestesia è in condizioni emodinamiche e respiratorie stabili. Il livello di coscienza ed il riscontro di eventuali deficit sensitivo-motori deve essere posto in relazione allo stato pre-intervento ed al tipo di intervento subito. Viene accompagnato in unità operativa e vengono valutati periodicamente i parametri. L'operato potrebbe presentare un drenaggio cranico a caduta o in aspirazione, che in genere viene rimosso il secondo giorno dopo l'intervento.

Il primo o secondo giorno post-operatorio, se le con-

dizioni lo permettono e con il consenso del medico, il Paziente può alzarsi.

La dimissione è prevista, in condizioni ottimali, il terzo o quarto giorno post-operatorio; da questo si deduce che il recupero psicofisico dopo l'intervento di semplice cranioplastica è quasi immediato e senza complicazioni.

Potenziali complicanze, assai rare, potrebbero essere:

- fistola liquorale,
- ematoma epidurale,
- infezioni della ferita chirurgica.

La *fistola liquorale* si manifesta con la presenza di lembo fluttuante in sede di ferita o nelle zone adiacenti. È causata dalla presenza di liquido cefalo-rachidiano che si raccoglie nel sottocute. Nonostante la dura madre non venga mai incisa, nei semplici interventi di cranioplastica, il trauma indiretto dello scollamento dei tessuti può provocare questo inconveniente. È necessario avvertire il medico che provvederà a posizionare, per qualche giorno, un catetere spinale di derivazione liquorale o un ago cannula in sede di lembo per far drenare per caduta o aspirazione il liquor raccolto.

L'*ematoma epidurale* solitamente non richiede nessun provvedimento e si attende il riassorbimento spontaneo.

A seconda dei casi, la ferita chirurgica viene medicata quotidianamente o a distanza di qualche giorno. L'ispezione deve essere, comunque, frequente in quanto ogni segno o sintomo suggestivo su una complicanza nella guarigione della ferita deve essere segnalato al medico.

Vista la relativa brevità della degenza, particolare attenzione merita la serie di informazioni che il Paziente riceverà in previsione della dimissione: se il Paziente viene dimesso prima della settima-decima giornata post-operatoria dovrà ritornare per la rimozione dei punti. Dovrà essere lui a prestare particolare attenzione alla cura e gestione della ferita. In particolare, non dovrà applicare bendaggi compressivi che potrebbero causare la dislocazione della protesi ossea

e dovrà ricordarsi di far attenzione a non subire traumi diretti ed evitare attività sportive a rischio.

La protesi in idrossiapatite deve avere la possibilità di saldarsi al resto della teca cranica e le indicazioni date su questo processo di guarigione prevedono 12 mesi circa di attenzioni. Il Paziente, dunque, potrà riprendere uno stile di vita normale.

□ CONCLUSIONI

Le tecniche descritte nel presente lavoro sono usate e messe a punto nel nostro Istituto per ridurre l'incidenza di complicanze e di effetti collaterali.

Il tipo di protesi viene stabilito dall'equipe medica in base alla valutazione di diversi fattori.

L'opzione più rilevante, in questo momento, ricade sulle protesi su misura in idrossiapatite. Infatti, grazie alla tecnologia ed alle caratteristiche dei nuovi materiali "Custom made" si ottengono protesi di notevole funzionalità estetica, utilizzando il preciso studio delle immagini diagnostiche; ma i vantaggi più considerevoli riguardano in primo luogo la riduzione dei rischi di reazioni infiammatorie, la diminuzione dei tempi chirurgici, l'eliminazione di bolle d'aria potenzialmente contaminabili da batteri, nonché il vantaggio di un dispositivo protesico su misura, preformato prima e che quindi presenta caratteristiche superiori ad un prodotto realizzato a mano in Sala Operatoria.

□ SITI INTERNET CONSULTATI

1. www.anna-neurosurgery.it [visitato nel marzo 2005].
2. www.dev.racine.ra.it/virtual/ceramiche_faenza [visitato nel marzo 2005].
3. www.humanitas-salute.it [visitato nel marzo 2005].
4. www.ospedalecivicopa.org [visitato nel marzo 2005].
5. www.sopi.it/ippocrateios [visitato nel marzo 2005].
6. www.tecres.it [visitato nel marzo 2005].

Comunicazioni brevi

Esperienze chirurgiche a confronto

a cura di A. NATALONI

Fin-Ceramica Faenza - Medical Devices, Faenza

Durante un periodo di tempo di 7 anni (gennaio 1998-gennaio 2005), sono state eseguite 129 procedure di cranioplastica in idrossiapatite porosa su misura (*Custom Bone Service*) in 118 pazienti (5 Pazienti sono stati operati per lacune bilaterali e 6 Pazienti hanno avuto bisogno di due dispositivi per colmare una lacuna estremamente vasta). L'età dei Pazienti variava da 9 a 84 anni, con prevalenza del sesso maschile (Tabella 1). Le procedure di cranioplastica sono state principalmente eseguite per esiti traumatici (decompressione chirurgica e frattura comminuta) (Tabella 2), soprattutto in sede parieto-temporale e frontale (Tabella 3). I 129 impianti sono stati effettuati presso 31 Centri (27 italiani, 2 francesi, 1 spagnolo e 1 belga). Di questi, 26 sono reparti di neurochirurgia, 4 di chirurgia maxillo-facciale e 1 di chirurgia plastica. Quelli che seguono sono una carrellata di *cases reports* significativi per vastità della lacuna, localizzazione ed etiologia.

Casistica degli interventi di cranioplastica con DSM in idrossiapatite porosa nel periodo gennaio 1998 - gennaio 2005

Interventi: 129 in 118 pazienti

- 79 pazienti di sesso maschile (età media: circa 35 anni)
- 34 pazienti di sesso femminile (età media: circa 42 anni)
- 5 bambini (età media: circa 11 anni per un range d'età di 9 - 14 anni)

Tabella 1.

Etiologia delle lacune ossee nei 129 casi di cranioplastiche trattate con DSM in idrossiapatite porosa

• Decompressione chirurgica	60	45,9%
• Frattura comminuta	29	23,4%
• Rigetto dei materiali precedentemente utilizzati	14	11,3%
• Riassorbimento od infezione dell'osso autologo	13	8,9%
• Asportazione di tumori erosivi cutanei o da asportazione di tumori ossei	8	6,4%
• Craniectomia neurinoma acustico	4	3,2%
• Malformazione congenita	1	0,7%

Tabella 2.

Localizzazione

• Bifrontale	4 casi	3,2 %
• Frontale	24 casi	19,3 %
• Fronto-Parietale	9 casi	7,2 %
• Fronto-Temporale	8 casi	5,6 %
• Parietale	16 casi	13,0 %
• Parieto-Temporale	33 casi	26,0 %
• Temporale	12 casi	9,7 %
• Fronto-Parieto-Temporale	18 casi	12,9 %
• Occipitale	3 casi	2,4 %
• Volta cranica	2 casi	0,7 %

Tabella 3.

Corrispondenza: Dott. Angelo Nataloni, Fin-Ceramica Faenza, via Ravegnana 186, 48018 Faenza (RA), tel. 0546-46679, fax 0546-46422, e-mail: angelo.nataloni@fin-ceramicafaenza.com, www.fin-ceramicafaenza.com

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 171-184.

Articolo ricevuto in redazione in data 8 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

CRANIOACUNIA BIFRONTALE POST-TRAUMATICA

A. BARBANERA, A. ANDREOLI

Divisione di Neurochirurgia, Ospedale Maggiore-Bellaria, Bologna

Paziente maschio di 20 anni politraumatizzato a seguito di un incidente della strada. All'arrivo in P.S. presentava uno stato di coma profondo (GCS 5/15). Uno studio TC cerebrale dimostrava un voluminoso ematoma extradurale sinistro associato ad un quadro di edema cerebrale importante. Si procedeva quindi ad un intervento neurochirurgico urgente di craniotomia frontale sinistra, evacuazione dell'ematoma e decompressione osteo-durale. A distanza di circa 20 ore un controllo TC cerebrale confermava oltre agli esiti del noto intervento, la persistenza dell'edema e la comparsa di un nuovo ematoma extradurale frontale destro. Intervento neurochirurgico di craniotomia frontale destro evacuazione dell'ematoma e decompressione osteo-durale. Successivamente il paziente ha presentato un modesto ma progressivo miglioramento delle condizioni neurologiche. A distanza di circa due mesi dall'evento traumatico è comparso un quadro di esoftalmo e chemosi congiuntivale. Uno studio angiografico ha confermato la presenza di una fistola post-traumatica carotido-cavernosa che è stata trattata per via endovascolare. Il Paziente ha quindi proseguito il trattamento fisiologico riabilitativo.

In previsione di una cranioplastica su misura, si è provveduto ad effettuare uno studio TC 3D (Figure 1 e 2), sulla base della quale è stato realizzato un modello stereolitografico (Figure 3). Sono stati quindi rea-

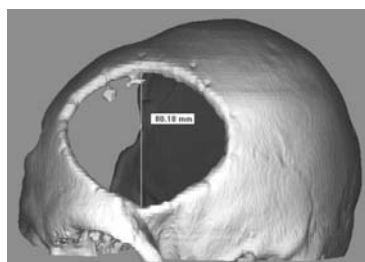


Figura 1. Studio TC 3D: craniolacunia fronto-parieto-temporale a sinistra.

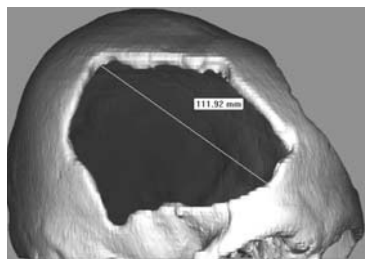


Figura 2. Studio TC 3D: craniolacunia fronto-parieto-temporale a destra.



Figura 3. Modello stereolitografico in resina epossidica.



Figura 4. Paziente sul tavolo operatorio in posizione supina: ben visibili le due voluminose introflessioni cutanee frontali.

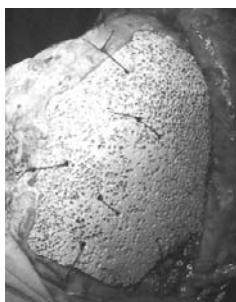


Figura 5. Posizionamento del dispositivo su misura in idrossiapatite porosa relativo alla craniolacunia fronto-parieto-temporale destra.

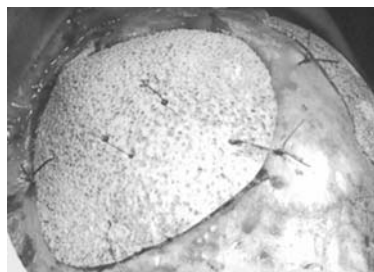


Figura 6. Posizionamento del dispositivo su misura in idrossiapatite porosa relativo alla craniolacunia fronto-parieto-temporale a sinistra.



Figura 7. Visione frontale con i due dispositivi su misura in idrossiapatite porosa allocati nelle due craniolacunie.

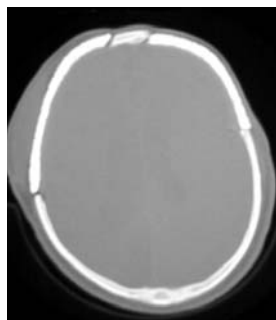


Figura 8. Controllo TC cranico post-operatorio: notare il buon allineamento dispositivo-osso.

lizzati due dispositivi, per la presenza di un ponte osseo sulla linea mediana. A distanza di circa 10 mesi dal trauma si è proceduto all'intervento chirurgico di impianto dei due dispositivi su misura in idrossiapatite porosa, che sono stati posizionati durante la stessa seduta operatoria. Le protesi sono state fissate mediante punti di seta ed è stata necessaria una minima fresatura di una delle due per la presenza di un importante tessuto fibrotico-cicatriziale (Figure 4-7). Il paziente è stato sottoposto ad un immediato controllo TC che ha mostrato un buon allineamento delle protesi con la circostante teca cranica (Figura 8). A distanza di due mesi dall'impianto oltre al buon risultato estetico (Figura 9) si è verificato un netto miglioramento della clinica del paziente.



Figura 9. Risultato estetico a due mesi dall'intervento chirurgico.

CRANIO-LACUNIA DA FRATTURA COMMINUTA

P. DELCAMPE, F. PROUST*, A. NATALONI**

Service de Chirurgie Maxillo-Faciale, Centre Hospitalier Universitaire de Rouen, France

** Service de Neurochirurgie, Centre Hospitalier Universitaire de Rouen, France*

*** Fin-Ceramica Faenza, Medical Devices, Faenza, Italia*

Ragazzo di 14 anni giunto alla nostra osservazione per un trauma da incidente stradale, nel mese di maggio 2000. Il paziente è stato immediatamente sottoposto, presso il nostro centro di Neurochirurgia, ad intervento chirurgico d'urgenza di craniotomia con asportazione dei frammenti di

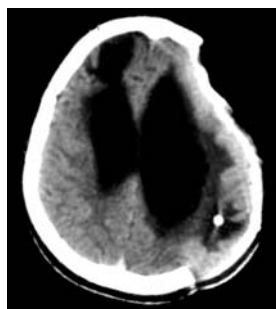


Figura 1. TC cranica: ben evidente la voluminosa cranio-lacunia emisferica sinistra.



Figura 2. Elaborazione grafica dei dati TC cranici 3D.

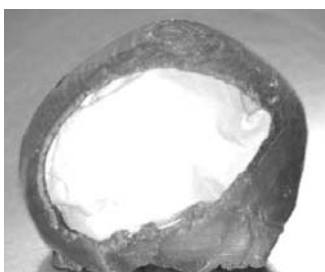


Figura 3. Ricostruzione stereolitografica in resina epossidica con posizionamento del modello del dispositivo.

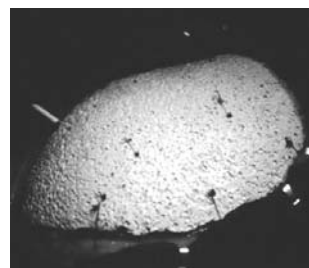


Figura 4. Posizionamento della protesi.



Figura 5. Risultato estetico nell'immediato post-chirurgico: dall'alto.

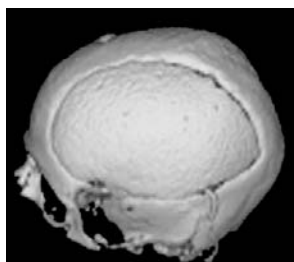


Figura 6. Controllo TC cranico 3D a 3 mesi: visione laterale.



Figura 7. Risultato estetico a tre mesi dall'intervento: visione frontale.

CRANIOACUNIA DA RIASSORBIMENTO OSSEO POST-CRANIOTOMICO

M. FRICIA, N. FRANCAVIGLIA

Divisione di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Elia", Caltanissetta

Il riassorbimento dell'opercolo osseo riposizionato dopo craniotomia costituisce una rara complicanza post-operatoria. Tale evenienza, ampiamente descritta in letteratura, è più frequente nei pazienti adolescenti o giovani adulti; processi flogistico-infettivi, inadeguata fissazione dell'opercolo e/o ridotte dimensioni dello stesso in correlazione al deficit osseo post-craniotomico, metodi di conservazione non corretti ne costituiscono le principali cause. In 34 mesi presso la nostra Divisione sono stati eseguiti 7 interventi chirurgici di ricostruzione cranica con dispositivi su misura in idrossiapatite porosa che hanno compreso le principali indicazioni all'uso di questa tecnica. Il caso clinico in esame riguarda un ragazzo di 17 anni giunto alla nostra osservazione, nel mese di dicembre del 2000 per la presenza di una piccola emorragia intraparenchimale in sede temporo-polare destra. Nel mese di marzo dello stesso anno il Paziente era stato sottoposto, presso altro centro Neurochirurgico, ad intervento chirurgico d'urgenza di craniotomia ed evacuazione di un ematoma intraparenchi-



Figura 1. TC cranica 3D: ben evidente la voluminosa craniolacunia fronto-parieto-temporale a destra.

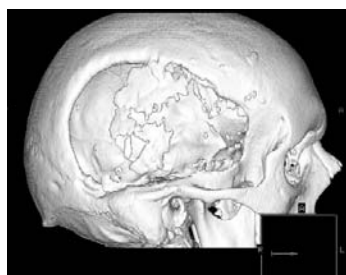


Figura 2. TC cranica 3D dove è possibile rilevare isole di attività osteogenica.

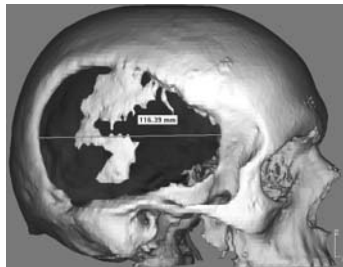


Figura 3. Studio TC cranica 3D: visione laterale.

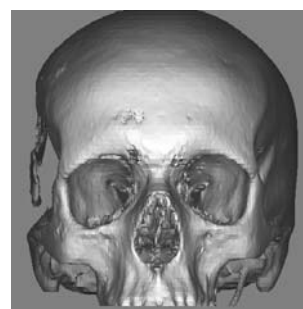


Figura 4. Studio TC cranica 3D: visione anteriore.



Figura 5. Controllo TC cranica a due mesi con scout in laterale.

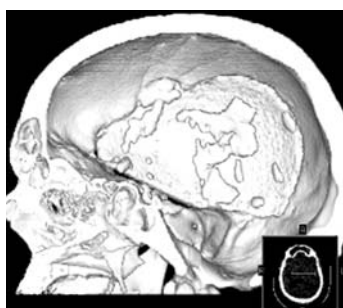


Figura 6. Ricostruzione TC cranica 3D a due mesi: visione dall'interno.

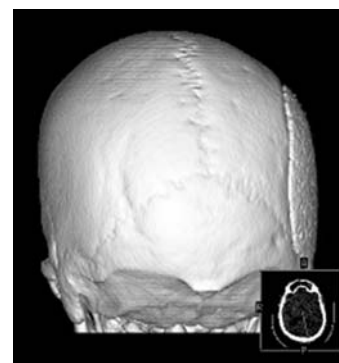


Figura 7. Ricostruzione TC cranica 3D a due mesi: visione posteriore.



Figura 8. Ricostruzione TC cranica 3D a 2 mesi: visione frontale.

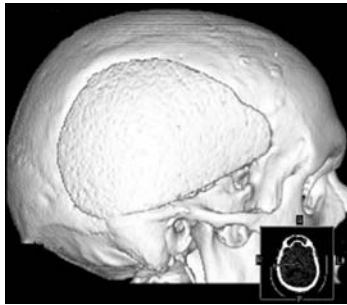


Figura 9. Ricostruzione TC cranica 3D a 2 mesi: visione laterale.

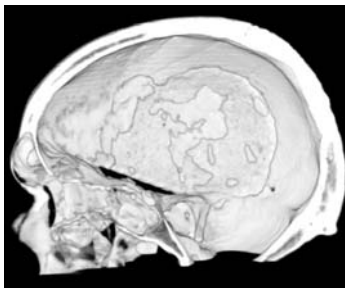


Figura 10. Controllo TC cranica a 15 mesi: visione dall'interno.

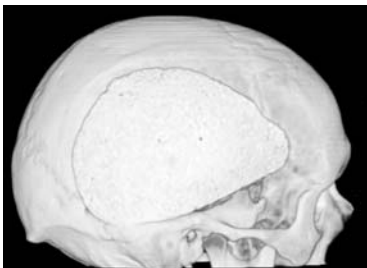


Figura 13. Ricostruzione TC cranica 3D a 15 mesi: visione laterale.

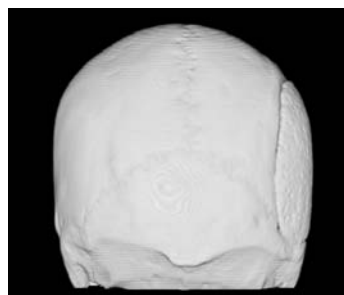


Figura 11. Controllo TC cranica a quindici mesi: visione posteriore.



Figura 12. Controllo TC cranica a quindici mesi: visione frontale.

male temporo-occipitale destro con successiva diagnosi di malformazione artero-venosa cerebrale complessa. Il Paziente veniva quindi sottoposto al trattamento endovascolare della malformazione con embolizzazione selettiva e successivo intervento chirurgico di asportazione della stessa. Il decorso post-operatorio era regolare e privo di deficit neurologici. Tuttavia, sia radiologicamente che intra-operatoriamente, vi era il riscontro di un progressivo riassorbimento dell'opercolo osseo, precedentemente riposizionato nel primo intervento, e pertanto veniva effettuata l'asportazione dei frammenti ossei residui. In questo caso veniva posta indicazione al trattamento di ricostruzione cranica con protesi su misura in idrossiapatite porosa sia per sfruttare la particolare personale attività neo-osteogenica compensativa del Paziente, evidenziata con esame TC 3D del cranio (Figura 1), sia per l'ampiezza e la complessità del deficit osseo (Figure 2-4), ed ottenere un ottimo risultato sia tecnico che estetico.

Il trattamento chirurgico di ricostruzione cranica veniva eseguito con un intervallo di un anno e nove mesi dal precedente; questo lungo periodo ha permesso di evidenziare e confermare la personale attività osteogenica del Paziente, con l'evidenza di meccanismi incompleti di riparazione ossea.

Durante la procedura chirurgica di cranioplastica sono state asportate sottili isole di ossificazione al centro della craniolacunia, ed in particolare, è stata eseguita craniectomia del bordo osseo del deficit per la presenza di segni di neo-osteogenesi ai margini della lacuna ossea, soprattutto in regione temporale e parietale posteriore, al fine di ottenere il maggior contatto possibile fra osso-impianto possibile.

Gli esami TC 3D seriati di controllo post-operatorio, eseguiti due mesi (Figure 5-9) e quindici mesi (Figure 10-13) dopo l'impianto, hanno confermato l'ottimo risultato estetico e il progressivo rimaneggiamento osseo dell'impianto, grazie alla elevata biocompatibilità e bioattività della protesi e la personale attività neo-osteogenica del Paziente.

CRANIOACUNIA BIFRONTALE POST-TRAUMATICA

P. LIMONI, E. BENERICETTI

Divisione di Neurochirurgia, Ospedale Maggiore, Parma

Uomo di 38 anni. Nel 2000 subì un grave trauma cranico da incidente stradale occorso in un paese europeo. Ricoverato nel Reparto Neurochirurgico più vicino, fu sottoposto ad intervento chirurgico di decompressione bilaterale frontale allargata. Dopo un periodo di coma, venne trasferito in Italia in un centro di riabilitazione vicino al proprio domicilio, dove il recupero delle condizioni neurologiche si completò in circa 12 mesi. A causa dell'esteso deficit della teca cranica, non completamente compensato dalla ricrescita dei capelli, il paziente continuò a presentare seri problemi nella vita di relazione a tal punto che raramente usciva di casa per il timore e la vergogna della propria "menomazione" (Figure 1 e 2).

Nel gennaio 2002 venne in visita specialistica presso la Divisione di Neurochirurgia chiedendo quale tecnica neurochirurgica ricostruttiva potesse garantire il migliore risultato estetico. A causa dell'esteso deficit osseo, gli venne proposto il dispositivo su misura in idrossiapatite porosa la cui realizzazione al computer avrebbe garantito una eccellente ricostruzione dell'osso frontale bilaterale.

La TC encefalica (Figura 3) e il successivo modello precisarono (Figura 4) l'entità della lacuna ossea.

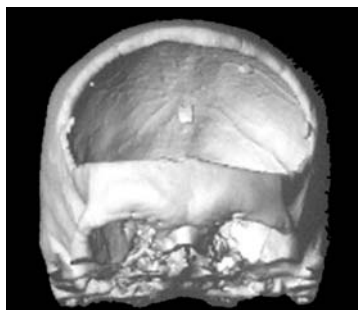


Figura 3. Studio TC cranica 3D: visione frontale.

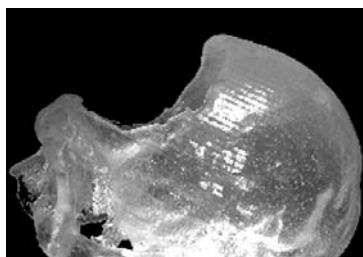


Figura 4. Modello stereolitografico in resina epossidica: notare l'ampiezza della lacuna.



Figura 1. Situazione estetica pre-operatoria con capelli.



Figura 2. Situazione estetica pre-operatoria senza capelli.

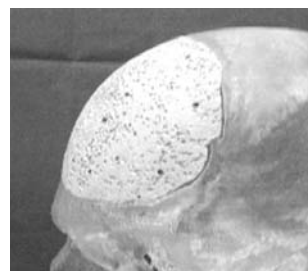


Figura 5. Modello stereolitografico in resina epossidica con protesi inserita.

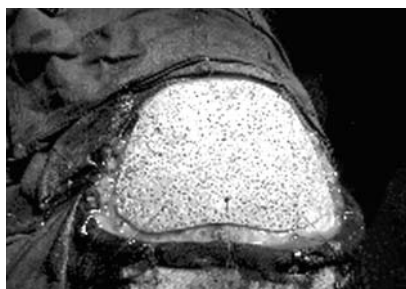


Figura 6. Posizionamento dell'impianto.



Figura 7. Risultato estetico post-operatorio: visione laterale.

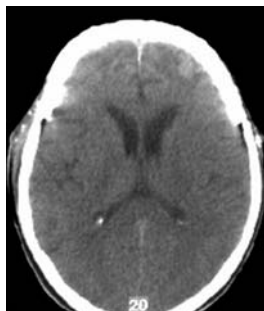


Figura 8. TC encefalica, scansione assiale, a tre mesi dall'intervento.

Il modello del dispositivo si adattò perfettamente al deficit, come evidenziato dalla Figura 5.

Dopo la fase di progettazione, si procedette all'intervento chirurgico di impianto del dispositivo, che si confermò perfettamente adattato al deficit osseo (Figura 6).

Il decorso postoperatorio fu privo di complicanze e già alla dimissione il risultato estetico era eccellente (Figura 7). Al controllo clinico e radiologico dopo circa 3 mesi il paziente ha recuperato una normale vita di relazione e la TC encefalica di controllo confermava il buon risultato (Figure 8 e 9).

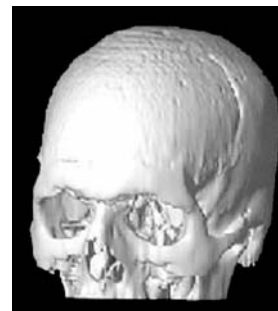


Figura 9. Ricostruzione TC cranica 3D a 3 mesi dall'intervento: visione fronto-laterale.

CRANIOLACUNIA FRONTALE BILATERALE

R. MOTTARAN, M. MATTANA, G.B. COSTELLA, L. RIGOBELLO, G. SALAR
Divisione di Neurochirurgia, Università degli Studi, Azienda Ospedaliera, Padova

Giovane donna di 30 anni giunta alla nostra osservazione per una vastissima craniolacunia frontale bilaterale con atrofia cutanea dei tessuti sovrastanti (Figura 1). La Paziente, dopo un primo trauma cranico con frattura temporale ed ematoma epidurale destro, fu sottoposta a revisione del focolaio operatorio per recidiva dell'ematoma e in seguito a svariati interventi chirurgici per: ricostruzione cranica con osso autologo conservato, demolizione cranica frontale per infezione opercolare ed epidurale, amputazione fronto-polare bilaterale per ascessualizzazione sottodurale, vari tentativi con espansori cutanei per riparare difetti cutanei esiti dei processi infettivi, fu inoltre eseguita una derivazione liquorale ventricolo peritoneale per idrocefalo post-traumatico. Neurologicamente la Paziente presentava solo una discreta disinibizione, mentre l'esame obiettivo cranico mostrava la totale perdita della calotta frontale fino al margine sovrorbitario e la stratificazione dei tessuti galeali sulla base cranica con locali aspetti distrofici e cicatriziali (Figure 2 e 3).



Figura 1. TC cranica: ben evidente la voluminosa craniolacunia bifrontale con retrazione parenchimale.



Figura 2. Estetica pre-intervento: visione laterale.



Figura 3. Estetica pre-intervento: visione frontale.



Figura 4. Ricostruzione stereolitografica in resina epossidica con posizionamento del modello della protesi: sono evidenti i segni relativi ai fori di fissazione scelti dal chirurgo in fase progettuale.



Figura 5. Dissezione cutanea con il mantenimento di un buon apporto vascolare.



Figura 6. Posizionamento della protesi.



Figura 7. Copertura della protesi utilizzando anche un innesto cutaneo libero.



Figura 8. TC encefalica post-operatoria: si nota una raccolta siero-ematica ex-vacuo bifrontale.



Figura 9. Controllo TC encefalico a 2 mesi. Ottimale posizionamento della protesi. Sostanziale scomparsa della falda sieroematica sottotecale per riespansione parenchimale.



Figura 10. Risultato estetico a 3 mesi dall'intervento: visione frontale.

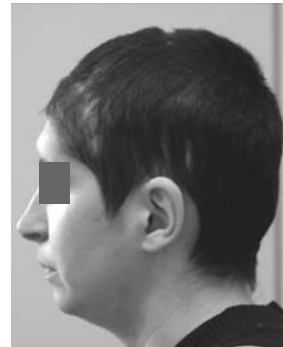


Figura 11. Risultato estetico a 3 mesi dall'intervento: visione laterale.

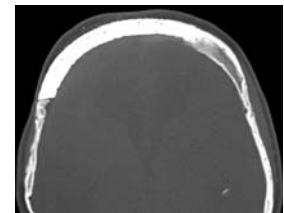


Figura 12. Controllo TC assiale a 8 mesi. Ben documentata l'osteointegrazione frontale sinistra (a destra nell'immagine).

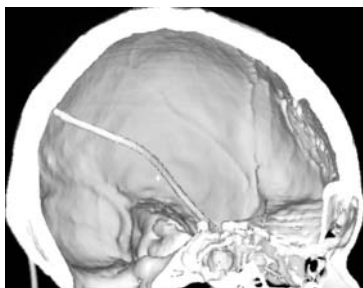


Figura 13. Ricostruzione 3D alla TC a 8 mesi: visione sagittale.

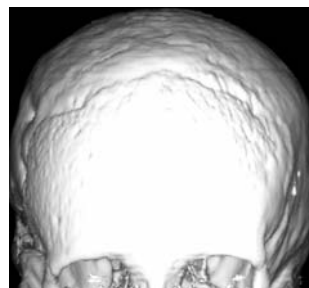


Figura 14. Ricostruzione 3D alla TC a 8 mesi: visione frontale.

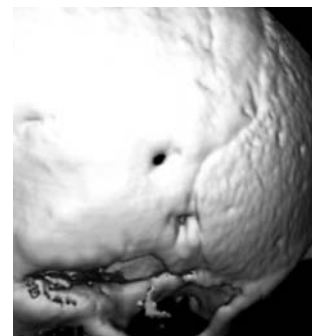


Figura 15. Particolare della ricostruzione 3D alla TC in laterale. Si nota la buona continuità fra protesi e teca cranica.

Si è quindi proposto un intervento con placca "custom made" in idrossiapatite porosa e una contemporanea plastica galeale a copertura della protesi. Si è progettato una placca con spessore aumentato rispetto ai dati forniti dalla TC 3D al fine di ridurre parzialmente lo spazio extradurale sotto la protesi frontale dovuto agli esiti delle lobectomie frontali (Figura 4).

La dissezione cutanea (Figura 5) e la preparazione del piano durale e dei margini ossei dove fissare la protesi è stata la parte più indaginosa dell'intervento data la necessità di preservare un buon apporto vascolare cutaneo, a tale riguardo si è usato un microdoppler vasale intraoperatorio.

La copertura cutanea della protesi cranica (Figura 6) è stata ottenuta con una trasposizione anteriore della cute dal vertice a sua volta coperto con un innesto cutaneo libero da prelievo inguinale (Figura 7).

La TC post-operatoria mostrava una piccola raccolta sierosa nello spazio vuoto sotto la protesi (Figura 8); dopo tre mesi dall'intervento la TC (Figura 9) mostrava una buona posizione della protesi con minimo vacuum extradurale e il risultato estetico è più che soddisfacente (Figure 10 e 11).

A distanza di 8 mesi la TC encefalica evidenzia un'avanzato grado di ossificazione a livello della congiunzione osso-protesi a sinistra (Figure 12-15).

FRATTURA E RIPARAZIONE DELLA CRANIOPLASTICA

G. STAFFA, F. SERVADEI

Unità Operativa di Neurochirurgia per la Funzione Traumatologica, Ospedale Civile "Bufalini", Cesena

Si tratta di una Paziente di 23 anni che nel giugno 1999 subisce, a seguito di incidente stradale (pedone investito) un grave politraumatismo, con stato di coma immediato. La TC eseguita in emergenza mostrava un ematoma sottodurale acuto fronto-temporale destro, con piccola lacerazione parenchimale, frontale, sottostante. C'era un severo edema emisferico destro con shift superiore ad 1 cm. Veniva subito sottoposta a craniectomia decompressiva fronto-temporale destra e ad evacuazione dell'ematoma. Contemporaneamente la Paziente veniva sottoposta a splenectomia per lacerazione dell'organo. Nel post-operatorio lo stato di coma persisteva per 2 settimane, poi si assisteva al graduale recupero clinico. La Paziente a 6 mesi dal trauma presentava una GOS di 5 (good recovery). A distanza di ulteriori 7 mesi (luglio 2000) vista l'entità della lacuna ossea e le necessità estetiche della Paziente, si procedeva all'impianto di una protesi in singolo pezzo, in idrossiapatite porosa, confezionata su misura. Una TC 3D di controllo eseguita 9 mesi dopo l'impianto (aprile 2001) mostrava una buona integrazione della protesi. Sfortunatamente nel giugno 2001, ovvero 2 anni dopo il politrauma e 11 mesi dopo l'impianto protesico, la Paziente riportava un secondo trauma cranico commotivo da incidente stradale. La dinamica consisteva in un trauma diretto della regione fronto-temporale destra. La Paziente all'arrivo in PS aveva una GCS di 14, con amnesia retrograda. Sottoposta a TC cerebrale si riscontrava la frattura, lievemente infossata, della protesi, con un suo parziale scardinamento ai margini. Non erano presenti lesioni parenchimali di rilievo. La Figura 1 mostra la ricostruzione ossea del cranio con visuale dall'interno e dall'alto. La Paziente veniva trattata conservativamente, con un recupero clinico completo in pochi giorni. Il confronto TC fra l'esame eseguito il giorno del trauma (Figura 2) ed un controllo a 40 giorni di distanza (agosto 2001) (Figura 3) mostra l'assenza di ulteriore evoluzione delle riscontrate fratture della protesi, il rimaneggiamento dei margini ossei ove la frattura era lievemente infossata ed una iniziale formazione di callo osseo sui margini di frattura.



Figura 1. Ricostruzione ossea del cranio alla TC con visuale dall'interno.

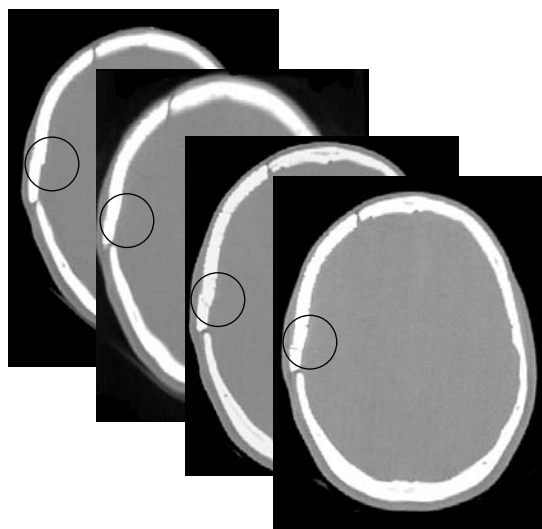


Figura 2. Ricostruzione ossea alla TC del cranio nell'immediato post-trauma.

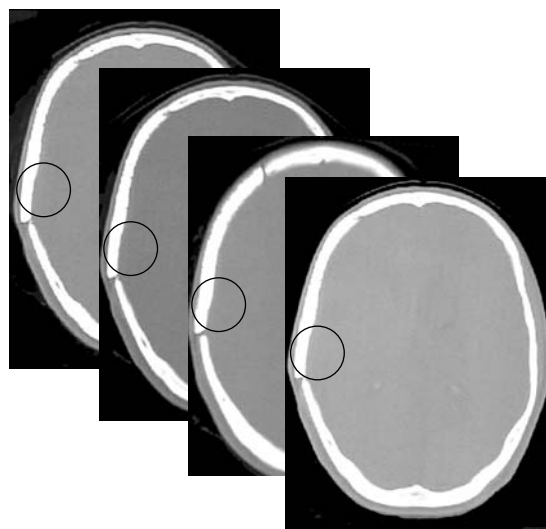


Figura 3. Una TC di controllo eseguita 40 giorni dopo il trauma.

DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE IN UN UNICO TEMPO IN PAZIENTE PORTATORE DI OSTEOMA FRONTO-TEMPORO-ORBITARIO

R. STEFINI, U. ZANETTI*

Clinica Neurochirurgica, Università degli Studi, Brescia

** Divisione di Chirurgia Maxillo-Facciale, Spedali Civili, Brescia*



Figura 1. TC encefalica: si nota un osteoma che invade la cavità orbitaria a sinistra. Si vede altresì la lacuna ossea quale postumo dei pregressi interventi.



Figura 2. Estetica pre-operatoria: esoftalmo di terzo grado a sinistra.



Figura 3. Estetica pre-operatoria ad occhi chiusi. La motilità oculare è conservata.

INTRODUZIONE. Nell'intento di migliorare la tecnica di ricostruzione di una lacuna cranica per difetto determinato da una asportazione di tessuto osseo in seguito a neoplasia ci siamo posti lo scopo di introdurre l'applicazione di dispositivi su misura progettati a priori, al fine di ridurre da due ad uno, i tempi chirurgici. Negli ultimi vent'anni le tecniche di ricostruzione cranio-maxillo-facciale sono notevolmente evolute, insieme ad un progresso tecnologico che, unendo tecnologia digitale a sviluppo informatico, hanno consentito di generare immagini e modelli diagnostici tridimensionali. Parallelamente un'area fortemente emergente nella moderna medicina è rappresentata dalla ingegneria dei tessuti che ha permesso di concretizzare scaffold 3D a base di calcio e di fosforo caratterizzati da una completa biocompatibilità e da una somiglianza all'architettura ossea per densità, porosità e resistenza. Adottando queste nuove metodiche siamo stati in grado di progettare e realizzare un dispositivo su misura in idrossiapatite porosa per una innovativa tecnica di ricostruzione ossea attuata con un unico tempo chirurgico in un Paziente portatore di osteoma-temporo-orbitario. La realizzazione del nostro lavoro si è basata sulla soddisfazione dei seguenti punti:

- a) risultato estetico;
- b) proprietà biologiche dell'impianto (biocompatibilità, bioattività);
- c) resistenza meccanica;
- d) procedura chirurgica semplificata.

CASE REPORT. Una signora di 56 anni a seguito di uno sviluppo di tumefazione in sede pterionale sinistra nel maggio 1994 è stata per la prima volta sottoposta, presso altra sede, ad intervento neurochirurgico per osteoma. L'intervento eseguito fu di craniotomia fronto-temporale sinistra e drillaggio del terzo esterno della piccola ala e cranioplastica. Una TC cranio post-operatoria mostrò una asportazione totale, ma al successivo controllo radiologico dopo

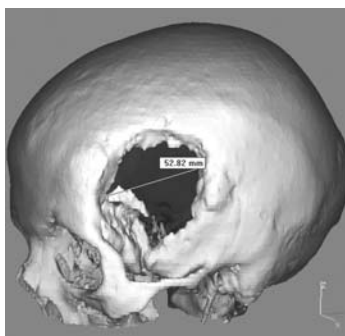


Figura 4. Studio TC 3D: visione laterale.

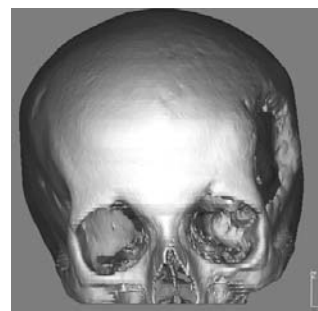


Figura 5. Studio TC 3D: visione frontale

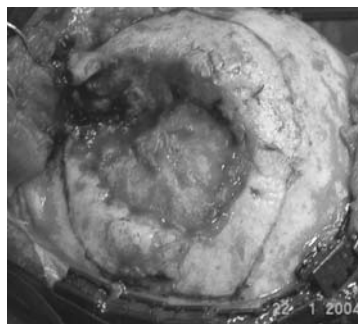


Figura 6. Definizione del perimetro relativo alla demolizione programmata per l'inserimento della protesi su misura in idrossiapatite porosa.



Figura 7. Particolare sull'osteoma da asportare.

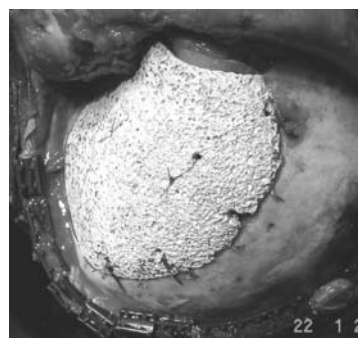


Figura 8. Posizionamento protesi.



Figura 9. Controllo estetico a 8 settimane. Riduzione dell'esoftalmo.

un anno, si evidenziò una iniziale recidiva sul tetto dell'orbita. La recidiva di osteoma aumentò di dimensioni e per questo la signora fu nuovamente sottoposta, presso altra sede, ad intervento nel maggio 1998 che consistette in una riapertura ed asportazione parziale dell'osteoma. Dopo questo secondo intervento la signora sviluppò nel corso degli anni un importante esoftalmo sin. La motilità del globo oculare così come il visus e il campo visivo erano rimaste conservate ed indenni. Successivi controlli radiologici con TC encefalo hanno mostrato un lento ma progressivo accrescimento dell'osteoma con invasione del tetto dell'orbita (Figura 1). Nell'ottobre 2003 la signora è stata visitata presso i nostri ambulatori e presentava esoftalmo a sinistra di III grado con motilità oculare completamente conservata e visus normale (Figure 2 e 3). Si decide per un intervento chirurgico con demolizione e ricostruzione in un unico atto chirurgico mediante applicazione di un dispositivo su misura in idrossiapatite porosa. La Paziente viene quindi sottoposta a TC 3D (Figure 4 e 5). Sul modello si ipotizza l'estensione della demolizione per la completa asportazione dell'osteoma. Nel gennaio 2004 è stata sottoposta ad intervento chirurgico di riapertura della pregressa ferita chirurgica e rimozione della precedente plastica. Esposizione dei margini della precedente craniotomia e della cornice superiore e laterale orbitaria, arco zigomatico. Viene scollata la dura basale frontale dall'osteoma che invadeva il tetto e la cavità orbitaria e mediante drill viene rimosso l'osteoma. Si disegna sul cranio le dimensioni della protesi precedentemente costruita (Figura 6) e mediante craniotomo e osteotomo si rimuovono rispettivamente i margini della precedente craniotomia e parte della cornice superiore e laterale dell'orbita (Figura 7). Si posiziona poi la protesi che viene fissata mediante filo di mersilene 0 (Figura 8). Il decorso post-operatorio è stato caratterizzato da un progressivo miglioramento dell'esoftalmo e da diplopia allo sguardo orizzontale scomparsa poi nel giro di 8 settimane (Figure 9 e 10) con completa normalizzazione nel volgere di qualche mese (Figura 11). La TC post-operatoria ha mostrato asportazione dell'osteoma con un buon risultato estetico grazie alla protesi posizionata (Figure 12 e 13).

CONCLUSIONE. L'apertura chirurgica e la rimozione di un tumore della teca deve essere eseguita anche in previsione della ricostruzione. Que-



Figura 10. Controllo estetico a 8 settimane. A occhi chiusi.



Figura 11. Risultato estetico tardivo.



Figura 12. Controllo TC cranica post-operatoria in assiale.

sta, nel caso di tumori ossei in zone esteticamente importanti (osso frontale, sfenoidale, temporale) dovrebbe assumere i profili più simili ad una situazione anatomica normale. Solo così si possono avere risultati estetici brillanti. La ceramica porosa proprio perché "custom made" è in grado di dare ottimi risultati estetici che possono essere ottenuti anche in un unico intervento chirurgico di asportazione e ricostruzione.



Figura 13. Controllo TC cranica post-operatoria in coronale.

Note tecniche

□ **Chirurgia: utile da sapersi**

B. ZANOTTI, T. IUS

Struttura Operativa Complessa di Neurochirurgia, Azienda ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine

□ **ROTTURA DELLA CRANIOPLASTICA DURANTE LA MANIPOLAZIONE CHIRURGICA**

Ogni manufatto su misura in idrossiapatite porosa viene fornito con un "muletto", vale a dire che i pezzi di cranioplastica sono due, del tutto identici. Se la frantumazione è grave non resta che sostituire il pezzo. Se invece la cranioplastica risulta solo scheggiata, la si può riparare fissando i pezzettini mobili con una goccia di Tissucol® in superficie (no lungo il perimetro di giustapposizione protesi-osso). Se l'ammanco è più consistente, si possono usare dei granuli di idrossiapatite (*Fin Granule*) (Figure 1 A), miscelati con sangue fresco del Paziente (Figure 1 B e C). Se la frattura è lineare, ben composta, non necessariamente il manufatto va sostituito.

□ **RACCOLTA EMATICA EXTRADURALE**

Per mancanza di sostanza cerebrale o per iniziale anelasticità parenchimale dovuta a mesi d'introflessione cutanea nella breccia, può succedere che la dura non sempre e non prontamente possa essere sospesa fino ad aderire alla superficie interna della protesi. Può così accumularsi del sangue fra dura e manufatto, fin quasi a mimare un ematoma extradurale (Figura 2 A) con, alle volte, apparente dignità chirurgica. Di fatto, non si tratta mai di un reale espanso sotto pressione, lo stravasamento riempie solo uno spazio ex-

cuo. Non si assiste a compressione parenchimale né a dislocazione della linea mediana.

Un attento monitoraggio neuroradiologico fa rivelare spesso, a distanza di settimane o mesi, la scomparsa della falda ematica ed un'ottimale riespansione parenchimale (Figura 2 B).

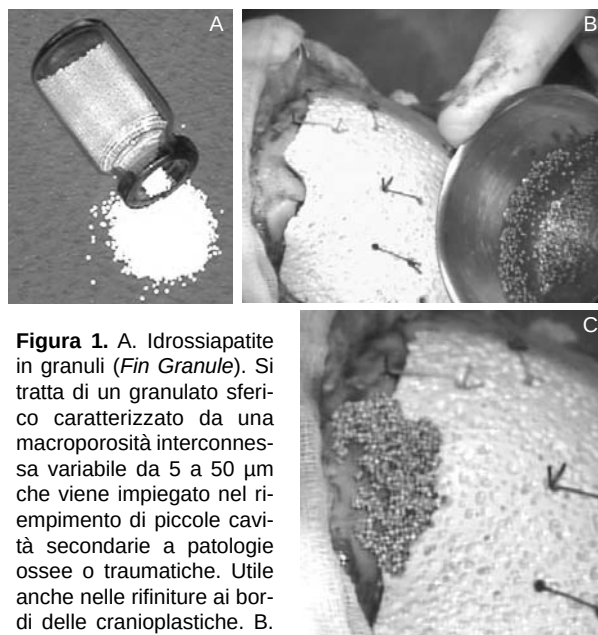


Figura 1. A. Idrossiapatite in granuli (*Fin Granule*). Si tratta di un granulato sferico caratterizzato da una macroporosità interconnessa variabile da 5 a 50 µm che viene impiegato nel riempimento di piccole cavità secondarie a patologie ossee o traumatiche. Utile anche nelle rifiniture ai bordi delle cranioplastiche. B. Sulla destra amalgama dei granuli di idrossiapatite con qualche ml di sangue. Sulla sinistra, piccola soluzione di continuo fra teca cranica e cranioplastica. C. Il piccolo cratere è stato riempito con i granuli di idrossiapatite.

Corrispondenza: Dott. Bruno Zanotti, S.O.C. di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, tel. 0432-552701, e-mail: zanotti.bruno@aoud.sanita.fvg.it, www.neurochirurgia-udine.it
Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 185-187.

Articolo ricevuto in redazione in data 5 maggio 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

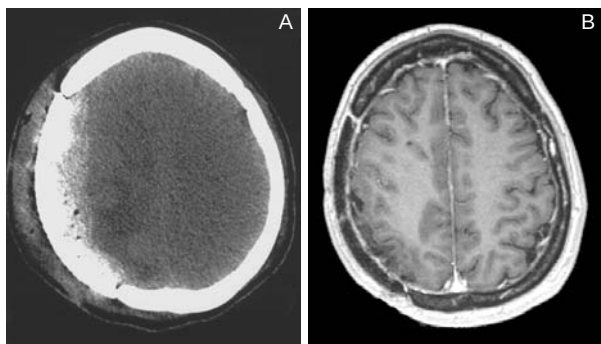


Figura 2. A. TC encefalica nella seconda giornata post-operatoria. Modesta falda ematica extradurale di tipo ex-vacuo. B. RM encefalo a qualche mese di distanza dall'intervento di cranioplastica. Completa riespansione parenchimale con scomparsa della falda ematica sottotecale.

Se la sostanza cerebrale è depleta, si può assistere ad un compenso volumetrico con una sottostante dilatazione ventricolare che porterà, comunque, la corteccia cerebrale a parete.

□ FISTOLA LIQUORALE EPICRANICA

Se vi è stata apertura durale per contemporanea rimozione di un tumore prima dell'apposizione della protesi cranica o lacerazione durale durante la fase di scollamento, il verificarsi di una fistola liquorale epicranica è sempre in agguato. In questi casi è sconsigliato ricorrere a delle medicazioni compressive tipo “turbante”.

In alternativa, ogni chirurgo ha il suo metodo. Può trovare del razionale l'inserzione, per qualche giorno, di un cateterino di derivazione liquorale a livello spi-

nale e/o il posizionamento, temporaneo, di un sottile ago cannula a livello sottocutaneo, collegandolo a circuito chiuso con un sacchetto di raccolta.

Solitamente, in pochi giorni, si assiste all'attecchimento dei tessuti molli alla superficie della cranioplastica.

□ COME FAVORIRE LO SCOLLAMENTO PER UN SUCCESSIVO INTERVENTO DI CRANIOPLASTICA

Soprattutto in traumatologia cranica con ampia craniolacunia residua, il chirurgo può già predisporre il cratere osseo al meglio per accogliere il successivo impianto protesico.

- Realizzare un perimetro osseo privo di angoli. La craniectomia dovrebbe essere ad ampio raggio di curvatura e non presentare spigoli.
- I bordi dovrebbero essere conformati a “becco di flauto”, ovviamente, con il perimetro più ampio in superficie e quello più stretto in profondità.
- Fra dura e piani sottocutanei può essere interposto un sottile foglietto di materiale sintetico che, impedendone l'adesione, consentirà un facile e rapido scollamento al tempo della cranioplastica. È stato proposto l'uso di un sottilissimo (0,1 mm) foglietto di *polytetrafluoroethylene* espanso (ePTFE) (*Preclude® Peritoneal Membrane, W.L. Gore & Associates, Inc.*). Questo materiale può essere anche ri-sterilizzato. Va sottolineato che il chirurgo per utilizzare questi foglietti di materiale eterologo deve ritenere la ferita non potenzialmente infetta e deve prescrivere, comunque, una copertura antibiotica ad ampio spettro. La ferita chirurgica andrà moni-

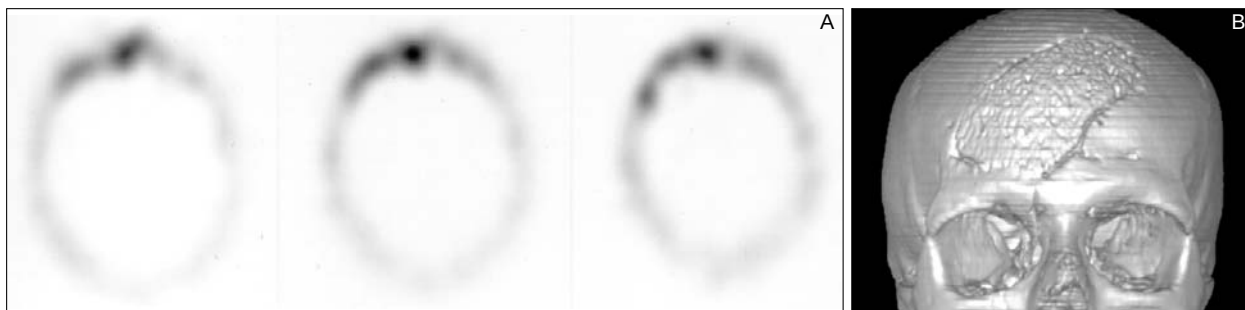


Figura 3. A. Indagine scintigrafica eseguita con tecnica trifasica e SPECT a livello della teca cranica. Nelle immagini tardive in regione frontale destra (a sinistra nelle immagini), in corrispondenza della protesi cranica, si rilevano significative tracce di captazione del radiofarmaco, con ipercaptazione periprotetica (*Gentile concessione di Ferdinando Di Gregorio, Medicina Nucleare, Azienda Ospedaliera “S. Maria della Misericordia”, Udine*). B. Evidenza alle indagini TC 3D dell'estensione della cranioplastica in idrossiapatite porosa frontale destra.

torata affinché non sfuggano possibili eventi suppurativi.

□ VERIFICHE STRUMENTALI DELL'AVVENUTO ATTECCIMENTO E DELLA COLONIZZAZIONE DELLE CRANIOPLASTICHE IN IDROSSIAPATITE POROSA

L'indagine strumentale più indicata ed accessibile è sicuramente la TC encefalica con risoluzione anche per osso. È però un esame che ci fornisce dati sul buon posizionamento della protesi, sulla buona solidificazione con i margini ossei, ma nulla ci dice sul processo di osteoinduzione della protesi stessa.

Si stanno conducendo studi mediante procedura di medicina nucleare per cercare di dimostrare in vivo, senza bisogno di prelievi biotici, la progressione osteoblastica ed osteoclastica dalla periferia protesica verso il centro della stessa (Figura 3). Il radiofarmaco utilizzato è il *metilendifosfonato* (MDP) legato al ^{99m}Tc che è un indicatore di attività osteoblastica. Nei casi studiati sono state eseguite immagini dinamiche precoci e statiche tardive anche con tecnica SPECT (tomografica) e misurazioni semiquantitative sulle regioni di interesse. Altri radiofarmaci di uso routinario che abbiano caratteristiche simili (possibilità di imaging con le comuni gamma camere, bassa tossicità, ridotta esposizione alle radiazioni ionizzanti) non sono attualmente disponibili. Non vi sono però ancora dati probanti. I risultati preliminari fanno rilevare che questa colonizzazione sembra verificarsi realmente anche se, per protesi particolarmente ampie, con tempi di progressione sicuramente più lenti di quanto fino ad ora stimato basandosi su delle deduzioni di tipo sperimentale.

Il problema di avere degli strumenti non invasivi per verificare l'osteoinduzione è emerso anche in un incontro sul tema tenutosi a Faenza il 5 aprile 2004. Nel tentativo di sfruttare al meglio le informazioni date dalla TC, F. Velardi, Neurochirurgo al Bambino Gesù di Roma sosteneva che *"Il problema di non riuscire a capire, attraverso la TC, se è avvenuta o meno la fusione tra l'idrossiapatite e l'osso del Paziente, dopo 6-12 mesi dall'impianto, deriva dal fatto che l'acquisizione dei dati da parte della TC avviene pre-sele-*

zionando intervalli di intensità del segnale, in modo da poter discernere le ossa dagli altri organi, che comunque presentano densità differenti. Quindi viene selezionato un intervallo HU (Hounsfield Units, cioè l'unità di misura dell'intensità del segnale in termini di pixel), con un limite inferiore tale da non far vedere tutto ciò che non raggiunge quella determinata intensità di segnale. Questo va benissimo quando l'osso formato è di un adulto, quindi con uno spessore rilevante, ma non va più bene quando si prende in considerazione l'osso cranico di un bambino o un osso cranico in formazione. Quindi il consiglio è quello di diminuire il limite inferiore dell'intervallo di densità che viene acquisito e sceglierlo ad esempio pari a 140 HU - 1.400 HU, oppure 140 HU - 800 HU. Questa selezione deve essere fatta da parte del tecnico nel momento dell'acquisizione dei dati TC."

□ COME FAVORIRE L'ATTECCIMENTO PROTESICO

Vi sono evidenze sperimentali che il buon trofismo dell'opercolo osseo riposizionato è favorito dallo stretto contatto fra questo e la sottostante dura.

Per traslato, ciò può essere di contributo anche per l'attecchimento del manufatto in idrossiapatite porosa. Pertanto, è raccomandabile una buona sospensione durale favorendo il più possibile un contatto fra la stessa e la superficie interna della cranioplastica. Inoltre, se possibile, è meglio evitare il posizionamento di estesi innesti di sostituti durali, specie se sintetici.

□ LA PROTESI CAMBIA COLORE

Quando viene consegnata in busta doppia, sigillata, di solito la cranioplastica in idrossiapatite è di colore tenuemente azzurrino.

Alle volte succede che dopo aver immerso per qualche decina di minuti il manufatto in soluzione antibiotica (solitamente rifampicina) questo diventi di intensità tendente al bianco sporco o giallo pallido-grigiastro. Nulla di preoccupante, si tratta di normali processi di interazione chimica che non alterano la qualità e la bontà della cranioplastica.

Note tecniche

□ Procedure angiografiche

B. PETRALIA

Struttura Operativa Complessa di Neuroradiologia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine

Scopo del lavoro è verificare le variazioni di assorbimento del fascio radiogeno in angiografia e della conseguente visualizzazione vascolare prima e dopo cranioplastica.

I pazienti sono stati sottoposti a studio angiografico standard del circolo cerebrale con parametri fissi prima e dopo cranioplastica.

Gli studi sono stati effettuati su angiografo digitale Angix M 200.4 monoplano (GE Milwaukee - Wisconsin, USA), versione software DLX C 15.07 1997.

I parametri di iniezione sono:

- carotide comune: 10 cc di volume con flusso 5 cc/s,
- carotide interna: 6 cc volume e 3 cc/s flusso,
- vertebrali: 6 cc volume con flusso di 2 o 3 cc/s in base al calibro arterioso.

La cadenza di acquisizione prevede 3 immagini/s per la fase arteriosa, 2/s per la capillare e 1/s per la venosa.

Il campo di acquisizione varia da 16 cm a 22 cm in base alle dimensioni od al particolare da studiare.

Il materiale angiografico prevede cateteri con punte cerebrali tipo Headunter 1, mp, o Vertebral con l'ausilio di guide idrofiliche.

Tutte le arterie sono state studiate selettivamente con proiezioni ortogonali antero-posteriori e latero-laterali e con proiezioni oblique o particolari in base al quesito diagnostico.

La documentazione e la lettura delle immagini è effettuata su radiogrammi standard.

Si può concludere alla luce degli studi angiografici effettuati nei pazienti pre- e post-cranioplastica che il

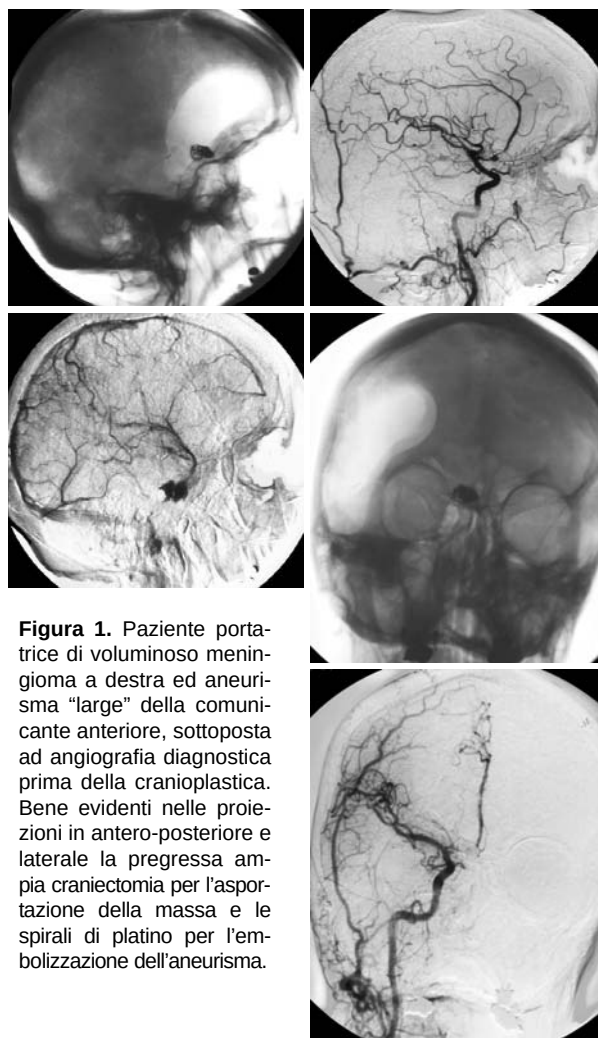


Figura 1. Paziente portatrice di voluminoso meningioma a destra ed aneurisma "large" della comunicante anteriore, sottoposta ad angiografia diagnostica prima della cranioplastica. Bene evidenti nelle proiezioni in antero-posteriore e laterale la pregressa ampia craniectomia per l'asportazione della massa e le spirali di platino per l'embolizzazione dell'aneurisma.

Corrispondenza: Dott. Benedetto Petralia, S.O.C. di Neuroradiologia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, tel. 0432-552738, fax 0432-552733.

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 189-190.

Articolo ricevuto in redazione in data 5 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

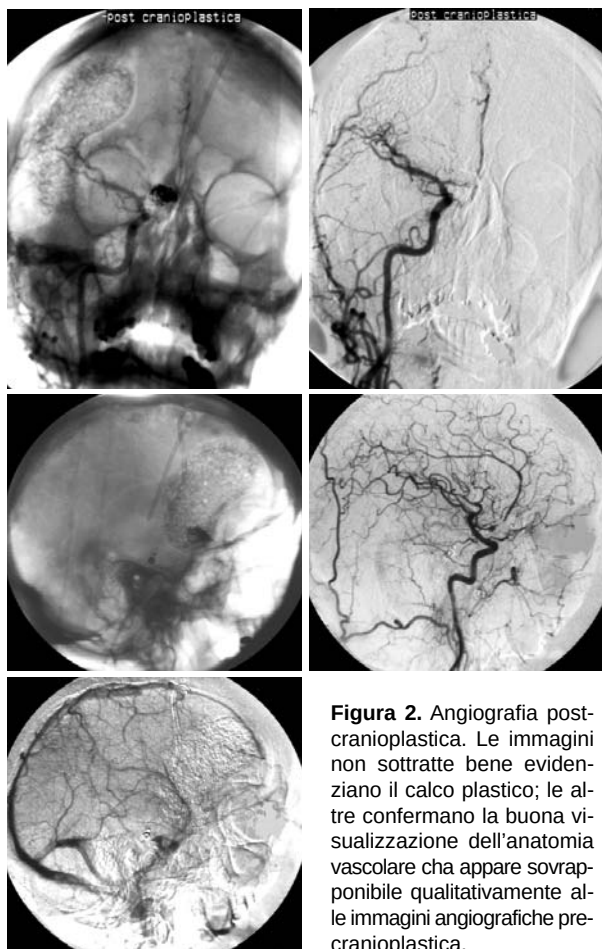


Figura 2. Angiografia post-cranioplastica. Le immagini non sottratte bene evidenziano il calco plastico; le altre confermano la buona visualizzazione dell'anatomia vascolare che appare sovrapponibile qualitativamente alle immagini angiografiche pre-cranioplastica.

materiale usato in questi pazienti non incide significativamente sull'assorbimento del fascio radiogeno mantenendo inalterata la qualità degli studi diagnostici e di controllo.

Note tecniche

□ Procedure EEG

R. BUDAI

*Struttura Operativa Complessa di Neurologia e Neurofisiopatologia,
Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine*

La conducibilità elettrica degli involucri anatomici che costituiscono il contenitore cranico, è profondamente diversa e, in genere, quantificata come segue:

- la cute dello scalpo = 0,30 S/m;
- la teca cranica = 0,0042 S/m;
- il liquor = 0,30 S/m.

In presenza di una discontinuità degli involucri, i campi elettrici generati dal cervello, subiscono delle deformazioni nelle loro linee di flusso nel volume conduttore⁽¹⁾. Ne può dunque conseguire una falsa localizzazione topografica della sorgente del segnale che si intende ricercare (Figura 1 A) sia a causa di una irregolare disposizione degli elettrodi di misura (Figura 1 C) sia a causa di una deformazione delle linee di campo elettrico a causa della discontinuità e disomogeneità degli involucri.

In realtà, se si utilizzano sistemi avanzati di stima della localizzazione topografica dell'attività elettrica cerebrale spontanea o evocata, è possibile aggirare il problema e ottenere una stima corretta della sede topo-

grafica della sorgente di attività (Figura 1 B) anche in presenza di discontinuità o disomogeneità.

Anche da questo punto di vista, il ripristino della continuità del contenitore cranico è auspicabile e non preclude alcuna ulteriore indagine sull'attività elettrica, spontanea o evocata, del sistema nervoso centrale

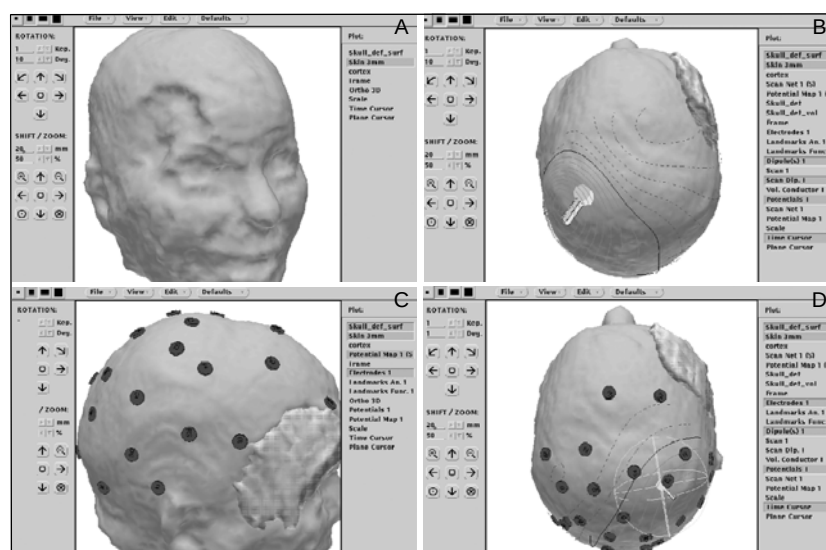


Figura 1. A. Evidente il difetto di continuità ossea. B. Si vede la distribuzione del campo elettrico in conseguenza di una stimolazione del nervo mediano di destra. C. Si vede la possibilità di collocare elettrodi di registrazione dell'attività elettrica sullo scalpo (*dischetti neri*), nonostante la presenza dell'avvallamento osseo (*in grigio la superficie mancante*). D. Il campo elettrico in seguito alla stimolazione del nervo mediano di sinistra.

Corrispondenza: Dott. Riccardo Budai, S.O.C. di Neurologia e Neurofisiopatologia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, e-mail: budai.riccardo@aoud.sanita.fvg.it

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 191-192.

Articolo ricevuto in redazione in data 8 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

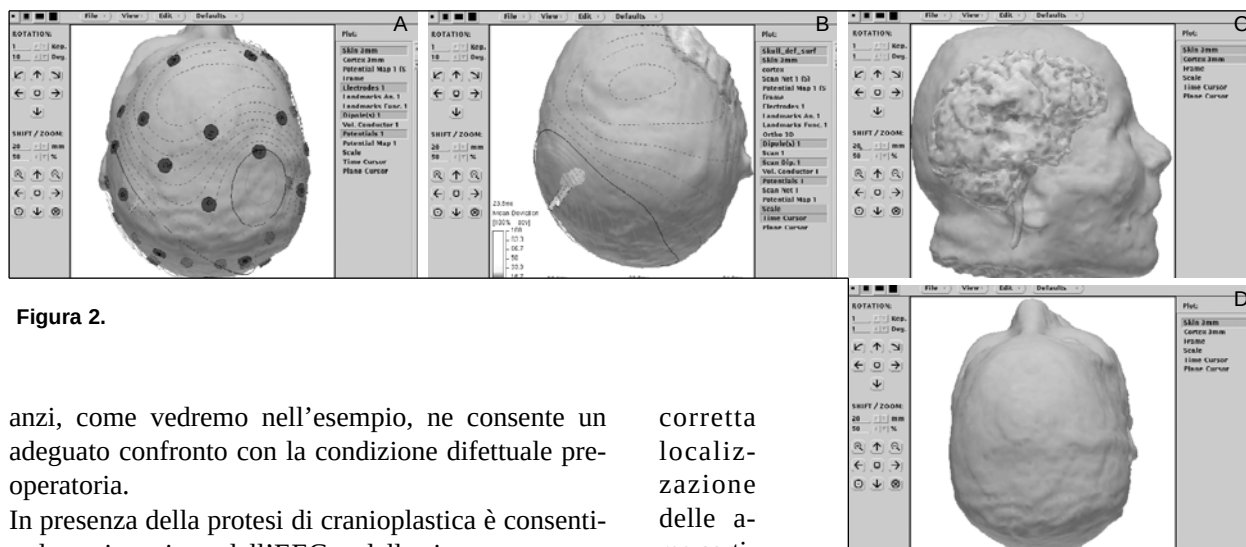


Figura 2.

anzi, come vedremo nell'esempio, ne consente un adeguato confronto con la condizione difettuale pre-operatoria.

In presenza della protesi di cranioplastica è consentita la registrazione dell'EEG e delle risposte evocate senza alcuna limitazione topografica spaziale (Figura 2 A). Con l'intervento di cranioplastica si osserva un perfetto ripristino della superficie cutanea (Figure 2 C e 2 D) ed una diversa distribuzione delle linee di campo elettrico rispetto alla condizione pre-operatoria (Figure 2 B versus 1 B); si ottiene, tuttavia, una corretta sovrapposizione della distribuzione topografica della sorgente elettrica sulla superficie dello scalpo (Figura 2 A). La registrazione documenta, infatti, una

corretta localizzazione delle aree corticali attivate contralateralmente alla stimolazione del nervo mediano di destra.

□ BIBLIOGRAFIA

1. Nunez P.L.: Electric fields of the brain. The neurophysycs for EEG. Oxford University Press, New York, 1981.

Articolo originale

□ Ruolo della cranioplastica nel miglioramento delle alterazioni cognitive dopo craniectomia

A. ONORATO, P. DI BENEDETTO

Unità Operativa di Medicina Fisica e Riabilitativa, Riabilitazione Generale, Istituto Gervasutta, Udine

□ I DISTURBI POST-CRANIECTOMIA

Gli interventi di cranioplastica sono eseguiti da numerosi secoli, come è attestato dal ritrovamento di diversi reperti. Con le due guerre mondiali, per il gran numero di ferite al capo, l'interesse per questo tipo di procedure è nettamente aumentato.

I traumi, da incidente o da violenza, rappresentano oggi la principale causa di difetto osseo cranico. La rimozione di parte della teca cranica può anche essere richiesta dal trattamento di un tumore, di un'infezione, o per ridurre una pressione intracranica elevata⁽³⁾. La presenza di una finestra craniotomica si può accompagnare a disturbi di vario tipo, descritti nel 1939 da Grant, che li ha riuniti a costituire la "sindrome del trapanato cranico". I sintomi consistono in crisi epilettiche, cefalea, vertigini e alterazioni del tono dell'umore⁽²⁾.

Il corteo sintomatologico è stato ulteriormente definito da Yamaura, nel 1974, che ha coniato la denominazione di sindrome del lembo cutaneo affondato ("sinking skin flap syndrome")⁽²⁾.

□ LA CRANIOPLASTICA ED I SUOI EFFETTI

Le ragioni per l'esecuzione di un intervento di cranioplastica sono tipicamente due: la correzione di al-

terazioni cosmetiche e la protezione dell'encefalo⁽⁸⁾. Si ritiene che debbano essere operati deficit ossei maggiori di 6 cm², sia per l'inetetismo che determinano, che per il rischio che un trauma in tale sede possa danneggiare il sottostante tessuto cerebrale⁽³⁾. Diversi autori hanno però anche dimostrato l'utilità della cranioplastica per un miglioramento dei disturbi di tipo neurologico.

I primi dati sono riportati da Gardner (1945), che riferisce di un miglioramento clinico dopo cranioplastica eseguita utilizzando un opercolo in tantalio⁽⁵⁾. Nel 1985 Richaud riporta i risultati dell'intervento riparatore eseguito su 15 soggetti con deficit neurologico; di questi, 8 hanno dimostrato un significativo miglioramento dei disturbi⁽⁶⁾.

Schiffer, nel 1997, descrive 5 casi, con deficit osseo di varia origine, trattati con tecniche diverse di cranioplastica, nella maggior parte dei quali si è ottenuto un netto miglioramento clinico, in particolare sul versante neurologico⁽⁷⁾.

Yoshida, nel 1996, è stato il primo autore a descrivere esaurientemente modificazioni cognitive in pazienti con ampi difetti cranici⁽¹⁰⁾.

Agner, nel 2002, riporta dati dettagliati relativi alle modificazioni delle funzioni cognitive, indotte dall'intervento⁽¹⁾. È stato studiato un Paziente che aveva subito una ferita da arma da fuoco nell'area frontale sinistra. Questi presentava diversi deficit cognitivi, ma soprattutto una grave menomazione dell'attenzio-

Corrispondenza: Dott. Alberto Onorato, S.O.C. Unità Operativa di Medicina Fisica e Riabilitativa, Riabilitazione Generale, Istituto Gervasutta, 33100 Udine.

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 193-195.

Articolo ricevuto in redazione in data 21 marzo 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

ne, della concentrazione, della capacità di calcolo, della memoria a breve e lungo termine. La somministrazione, pre- e post-operatoria, dell'*Executive Interview* (EXIT) e del *Neurobehavioral Cognitive Status Assessment* (Cognistat), ha dimostrato un miglioramento della prestazione rispettivamente del 32,95% e del 48,3% dopo cranioplastica. Gli incrementi maggiori sono stati nel linguaggio e nel ragionamento. I dati si correlavano ad un miglioramento del flusso ematico cerebrale nell'area dell'intervento.

□ LA FISIOPATOLOGIA DELLE MODIFICAZIONI INDOTTE DALLA CRANIECTOMIA E DALLA CRANIOPLASTICA

La fisiopatologia delle modificazioni indotte dalla craniectomia e dalla cranioplastica

I meccanismi implicati nella genesi della "sindrome del trapanato cranico", così come nel miglioramento dei disturbi a seguito dell'intervento di cranioplastica, sono studiati ormai da una trentina d'anni.

Sono state utilizzate diverse modalità diagnostiche. Tra le metodiche fino ad oggi descritte per tali studi, vanno annoverate la tomografia computerizzata (TC), la risonanza magnetica (RM), l'ossimetria cerebrale transcranica (TCCO), le indagini di medicina nucleare, l'applicazione di batterie di test neuropsicologici⁽²⁾. Già nel 1945 Gardner teorizzava che la pressione atmosferica potesse contribuire alle alterazioni della pressione intracranica e del flusso ematico cerebrale, riscontrate in pazienti con lesioni craniche traumatiche. Egli riteneva che un'apertura del cranio, realizzando una comunicazione tra l'ambiente esterno e quello interno, permettesse l'azione della pressione atmosferica sull'encefalo, e l'alterazione del flusso ematico cerebrale⁽²⁾. Nel 1968, Langfitt ha dimostrato un incremento della pressione intracranica in Pazienti con ampi difetti cranici.

I dati raccolti fino ad oggi portano a riconoscere 3 componenti patogenetiche della sindrome del trapanato:

1. modifiche della dinamica del liquor,
2. modifiche della dinamica ematica cerebrale,
3. modifiche metaboliche⁽²⁾.

Le variazioni della dinamica del liquor sono state studiate in particolare da Fodstad⁽²⁾, che le ha descritte nel 1979. Egli ha riscontrato un incremento di tale circolazione nei soggetti che presentavano una depressione cutanea in corrispondenza della finestra craniotomica. Non vi erano invece modificazioni nei

casi in cui il lembo era piano. Secondo l'Autore, l'incremento del flusso liquorale sarebbe da ascrivere ad un aumentato effetto delle pulsazioni arteriose alla base dell'encefalo.

Nel 1997, Dujovny ha riportato gli effetti della cranioplastica sul flusso del liquor, documentando il raddoppio della velocità di deflusso sistolico cranio-caudale, registrato alla giunzione cranio-vertebrale. Vi era inoltre un moderato aumento del deflusso venoso⁽⁴⁾.

Nel 1985 Richaud, utilizzando lo studio della clearance dello Xenon 133, ha dimostrato che, nei soggetti che miglioravano clinicamente dopo cranioplastica, vi era un incremento del 15-30% del flusso ematico cerebrale; nei soggetti con quadro invariato, non si rilevavano modifiche di tale flusso; i miglioramenti, ove presenti, erano più marcati nella regione della finestra craniotomica⁽⁶⁾.

Le variazioni della dinamica ematica cerebrale sono state studiate ultimamente con Xenon-TC (inalazione di Xenon non radioattivo) e con l'ossimetria cerebrale transcranica. Agner, nel 2002, in un Paziente studiato con Xenon-TC, ha dimostrato un incremento post-operatorio del 125% del flusso ematico cerebrale, nonostante la presenza di un'ampia area di encefalomalacia, sottostante alla finestra craniotomica. Tale aumento era più marcato nella zona difettuale⁽¹⁾.

Con lo studio della saturazione transcranica dell'ossigeno cerebrale regionale (rSO₂), Dujovny ha dimostrato, pre-operatoriamente, una ridotta saturazione regionale nell'area difettuale, con suo incremento per posizione seduta e distesa del Paziente. L'intervento ha determinato la normalizzazione della saturazione cerebrale nella regione della riparazione⁽²⁾.

Modificazioni del metabolismo cellulare sono state descritte da Yoshida, nel 1996, dopo spettroscopia-MR⁽¹⁰⁾. È stato osservato un ridotto livello pre-operatorio della fosfocreatinina, con suo significativo incremento dopo cranioplastica. È stato possibile trovare una correlazione tra variazione della quantità di fosfocreatina e il miglioramento neurologico. Tale incremento riflette profonde variazioni nel metabolismo mitocondriale e neuronale, e sposta l'origine della sindrome del trapanato, da un livello macroscopico ad uno molecolare, suggerendo un'importanza dei meccanismi di plasticità neuronale, nel miglioramento clinico osservabile nei pazienti operati.

□ QUANDO ESEGUIRE L'INTERVENTO

Riguardo al tempo ottimale per l'esecuzione dell'in-

tervento, vi sono ancora pochi dati. Yoshida indica nella fase di risoluzione dell'edema iniziale il tempo di esecuzione dell'intervento, poiché la variazione del flusso ematico cerebrale può compromettere clinicamente il Paziente⁽¹⁰⁾.

Yamaura, in una revisione di 300 casi sottoposti a cranioplastica, dopo ampia craniectomia decompressiva eseguita per problemi diversi, rileva che l'intervallo di tempo tra primo intervento e riparazione è uno dei più importanti fattori correlati alla complicazione infettiva. Tale evenienza è stata riscontrata in 10 persone (3%), tutte sottoposte a ricostruzione entro tre mesi dall'intervento decompressivo⁽⁹⁾.

□ CONCLUSIONI

Dai dati della letteratura si evince l'opportunità che, in caso di ampie finestre craniotomiche, gli interventi di cranioplastica siano eseguiti non soltanto per una protezione dell'encefalo o per ragioni cosmetiche, ma anche per ottenere un miglioramento neurologico, relativo sia alle funzioni motorie che cognitive.

Un'analisi completa di un Paziente con difetto cranico include uno studio TC, uno studio del flusso ematico cerebrale, col metodo dello Xenon-TC o con perfusion-RM e un'esauriente analisi cognitiva⁽¹⁾.

L'analisi di questi dati e la comparazione delle casistiche permetterà di individuare i casi in cui la cranioplastica è necessaria non soltanto per protezione, ma anche e soprattutto per scopo terapeutico.

□ BIBLIOGRAFIA

1. Agner C., Dujovny M., Gaviria M.: Neurocognitive assessment before and after cranioplasty. *Acta Neurochir* 2002; 144: 1033-1040.
2. Dujovny M., Agner C., Aviles A.: Syndrome of the trephined: theory and facts. *Crit Rev Neurosurg* 1999; 9: 271-278.
3. Dujovny M., Aviles A., Agner C., Fernandez P., Charbel F.T.: Cranioplasty: cosmetic or therapeutic? *Surg Neurol* 1997; 47: 238-241.
4. Dujovny M., Fernandez P., Alperin N., Betz N., Misra M., Mafee M.: Postcranioplasty cerebrospinal fluid hydrodynamic changes: magnetic resonance imaging quantitative analysis. *Neurol Res* 1997; 19: 311-316.
5. Gardner W.J.: Closure of defects of the skull with tantalum. *Surg Gynec Obst* 1945; 80: 303-312.
6. Richaud J., Boetto S., Guell A., Lazorthes Y.: Incidence des cranioplasties sur la fonction neurologique et le debit sanguin cerebral. *Neurochirurgie* 1985; 31: 183-188.
7. Schiffer J., Gar R., Nisin U., Pollak L.: Symptomatic patients after craniectomy. *Surg Neurol* 1997; 47: 231-237.
8. Verheggen R., Merten H.A.: Correction of skull defects using hydroxyapatite cement (HAC) - Evidence derived from animal experiments and clinical experience. *Acta Neurochir* 2001; 143: 919-926.
9. Yamaura A., Sato M., Meguro K., Nakamura T., Uemura K.: Cranioplasty following decompressive craniectomy - analysis of 300 cases. *No Shinkei Geka* 1977; 5: 345-353.
10. Yoshida K., Furuse M., Izawa A., Iizima N., Kuchiwaki H.: Dynamics of cerebral blood flow and metabolism in patients with cranioplasty as evaluated by Xenon133 CT and P31 magnetic resonance spectroscopy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996; 61: 166-171.

Informazioni

□ Le domande più frequenti dei pazienti

A. VERLICCHI, T. IUS

Struttura Operativa Complessa di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine

□ POSSO ESPORMI AL SOLE?

Nei primi mesi dopo l'intervento chirurgico la cicatrice dovrebbe rimanere protetta dal sole. Se l'esposizione è inevitabile, è opportuno utilizzare delle creme a schermo totale (sunblock).

□ QUANDO POSSO FARE IL PRIMO SHAMPOO?

Non ci sono particolari limitazioni. Già in seconda giornata è possibile sottoporsi a doccia con lavaggio dei capelli. Se la medicazione applicata non è di quelle "impermeabili", basterà sostituirla poi con garze sterili.

□ DEVO EVITARE DI RICEVERE COLPI IN TESTA?

La protesi in idrossiapatite al momento dell'impianto è assai fragile. Solo successivamente, una volta avvenuta la colonizzazione da parte degli osteoblasti, il manufatto diventerà più resistente ed avrà un comportamento biofisico simile a quello dell'osso.

Solitamente si sostiene che per 6-8 mesi i traumi al capo sono da evitare. Prudenzialmente è consigliato estendere questa precauzione all'anno.

□ HO ACCIDENTALMENTE SBATTUTO LA TESTA CONTRO UNA SUPERFICIE DURA.

DEVO PREOCCUPARMI?

Dipende tutto dall'entità del trauma. Per la valuta-

zione neurologica valgono gli stessi parametri in uso nelle linee guida del traumatizzato cranico.

Diverso è il discorso per la protesi cranica in idrossiapatite. Se all'ispezione non si rilevano contusioni dei tessuti molli, avvallamenti oppure se al tatto la cranioplastica non appare mobilizzabile o dislocata non vi è nulla di cui preoccuparsi. In caso contrario occorre consultare prontamente il chirurgo che procederà agli accertamenti diagnostici più opportuni (Rx cranio e/o TC encefalo). Da ricordare che se la protesi è interessata da una frattura lineare avrà lo stesso comportamento di una qualsiasi altra frattura interessante la teca cranica. Tale evenienza è già stata segnalata in letteratura (*vedi caso clinico in questa stessa monografia: pag. 181*).

□ POSSO FARE SPORT?

Per un ragionevole lasso di tempo, verosimilmente non inferiore all'anno, saranno da evitare tutte le pratiche sportive a rischio di determinare traumi cranici.

□ QUANTO DURA LA CONVALESCENZA?

È assolutamente individuale, dipende dallo stato clinico preesistente e dal tipo di intervento chirurgico subito contemporaneamente alla cranioplastica. Infatti, si va da persone in pieno e totale be-

Corrispondenza: Dott. Tamara Ius, S.O.C. di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, tel. 0432-552701, fax 0432-552700, www.neurochirurgia-udine.it

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 197-199.

Articolo ricevuto in redazione in data 30 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

nessere, già potenzialmente dimissibili il giorno successivo all'intervento, a soggetti in stato vegetativo.

❑ POSSO DORMIRE APPOGGIANDO LA TESTA SUL LATO DELLA CRANIOPLASTICA?

Si parte dal presupposto che la cranioplastica sia stata adeguatamente fissata così da risultare solida con il resto della calotta cranica.

È quindi possibile appoggiare la testa sul cuscino senza limitazioni di lato.

❑ QUANDO SARANNO SFILATI I PUNTI DI SUTURA?

Dipende dal tipo di sutura realizzata dal chirurgo. Se i punti sono intradermici possono anche essere a permanenza. Se esterni, solitamente si sfilano in settimana giornata. Se invece si tratta di una apertura di una precedente cicatrice, abitualmente rimangono a dimora qualche giorno in più.

❑ LA FERITA VA MEDICATA?

Anche questo dipende dal tipo di bendaggio effettuato dal chirurgo. In alcuni casi la benda viene rimossa lo stesso giorno in cui si sfilano anche i punti di sutura, in altri, le medicazioni, nell'arco della settimana, possono essere invece più d'una.

❑ LA GARZA DELLA FERITA CHIRURGICA SI È MACCHIATA, COSA DEBBO FARE?

Ogni impregnazione della medicazione sopra la ferita va segnalata al medico. Parimenti vanno segnalate variazioni di colore della cute soprastante la protesi, fluttuazioni o imbibizioni dei tessuti molli.

❑ IL POSIZIONAMENTO DELLA PROTESI PUÒ AVVENIRE ANCHE IN ANESTESIA LOCALE?

In casi particolari l'intervento può essere eseguito in anestesia locale.

In presenza di problemi internistici che determinano un alto rischio anestesilogico o per piccoli difetti ossei della volta cranica, in cui la procedura chirurgica può essere assai veloce e scarsamente invasiva.

❑ POSSO MIGLIORARE L'EVOLUZIONE CICATRIZIALE?

Una volta rimossi i punti di sutura o, comunque, dopo l'ottava-decima giornata, si può favorire una cicatrizzazione migliore massaggiando da un estremo all'altro la ferita chirurgica, in modo li-

neare, come per un linfodrenaggio, evitando i movimenti circolari.

Alcuni chirurghi plastici consigliano di associare l'uso di una crema tipo *Sameplast* (è pura glicerina e viene utilizzata come emoliente).

❑ A QUALI CONTROLLI DOVRÒ SOTTOPORMI DOPO L'INTERVENTO DI CRANIOPLASTICA?

Dopo l'intervento di cranioplastica sarà il chirurgo stesso a programmare tutto l'iter clinico-neuro-radiologico.

Non esistono ancora protocolli standardizzati dei controlli TC encefalici successivi all'impianto della protesi.

Si sta delineando, comunque, il suggerimento di eseguire un primo controllo TC encefalico, anche con risoluzione per osso, a circa un mese dall'impianto. Le successive verifiche verranno effettuate poi a 6, 12, 24 mesi.

Esami strumentali aggiuntivi (quali RM, SPECT, ecc.) saranno consigliati, caso per caso, dallo stesso chirurgo.

❑ POSSO FARMI LA TINTA AI CAPELLI ED ASCIUGARLI SOTTO IL CASCO?

Convieni attendere di aver ottenuto una consolidazione ottimale della ferita chirurgica. Ma dopo un paio di settimane non vi è alcuna limitazione. Si consiglia, comunque, l'uso di coloranti naturali. Questo non legato alla protesi in sé, ma come prassi generale.

❑ POSSO INDOSSARE IL CASCO DA MOTOCICLISTA?

Non esiste alcuna limitazione in tal senso. Anzi, è d'obbligo.

❑ SOFFRO DI DERMATITE ALLERGICA DEL CUOIO CAPELLUTO, VI SONO PROBLEMI PER L'IMPIANTO DELLA CRANIOPLASTICA?

Fino ad ora non sono mai stati segnalati casi di reazioni allergiche dopo impianto di cranioplastica in idrossiapatite.

❑ POSSO RECARMİ IN PISCINA ED INDOSSARE LA CUFFIA DA BAGNO?

Una modesta azione contenitiva, quale quella della cuffia da piscina, è ininfluenza sulla protesi cranica. Quindi, nessuna particolare limitazione.

❑ **VI SONO RISCHI RELATIVI ALLA PROCEDURA CHIRURGICA?**

Si tratta di una chirurgia assai semplice, ma non banale. Oltre ai rischi generici legati a qualsiasi intervento chirurgico (anestesia, ematomi, infezioni, ecc.) sussistono i rischi e le complicanze tipici in questo tipo di chirurgia, quali la fistola liquorale, e quelli legati all'eventuale tempo chirurgico di accompagnamento, ad esempio, per l'asportazione di un tumore endocranico.

❑ **LA CRANIOPLASTICA IN IDROSSIAPATITE PUÒ REALIZZARSI ANCHE NEI BAMBINI?**

Sono stati descritti casi di impianto di cranioplastica su misura in idrossiapatite in bambini con età superiore ai 10 anni. Infatti, dopo tale età le modificazioni volumetriche del neuro-cranio sono assai modeste. Non vi sono sufficienti esperienze per quanto riguarda invece il possibile utilizzo anche nelle craniostenosi.

❑ **VI SONO PARTICOLARI AREE CRANIO-FACCIALI PROBLEMATICHE PER LA REALIZZAZIONE DI UN MANUFATTO SU MISURA IN IDROSSIAPATITE A POROSITÀ PROGRAMMATA?**

Vanno tenuti presenti i tre principali limiti di questo tipo di lavorazione della idrossiapatite:

- non si possono realizzare doppie camere (come nei seni paranasali),
- non si possono realizzare incroci perpendicolari (angoli acuti o retti),
- non si possono realizzare spessori troppo sottili (simili alla lamina papiracea, tanto per intenderci).

Quindi, zone come il tetto delle orbite o le celle del seno frontale non sono "mimabili" dalla cranioplastica su misura in idrossiapatite. Anche la squama temporale, a livello dello pterion, solitamente è abbastanza sottile. Anche in questo caso lo spessore dell'eventuale cranioplastica deve su-

perare quello naturale in quanto la resistenza iniziale del manufatto è nettamente inferiore a quella dell'osso. La cranioplastica sotto un certo spessore si frantumerebbe già alla prime manipolazioni chirurgiche. Vi è da dire che un maggior spessore a livello del muscolo temporale alle volte è auspicabile in quanto supplisce alla possibile mancanza di trofismo post-chirurgico del muscolo stesso.

❑ **È POSSIBILE IL RIGETTO?**

Data la natura del manufatto, idrossiapatite appunto, un minerale comunissimo in natura, il problema del rigetto non si pone. L'idrossiapatite si trova nelle ossa e nei denti dei vertebrati rispettivamente nel 65% e nel 98%. L'idrossiapatite ceramica utilizzata per le cranioplastiche su misura, come composizione chimica e struttura cristallina, è da considerarsi equivalente della sostanza ossea naturale.

❑ **POSSO PRENDERE L'AEREO?**

Non esiste nessuna limitazione di viaggio, sia che avvenga in aereo o con altro mezzo. Inoltre, nessuna limitazione a recarsi a quote elevate, come nell'alpinismo.

Non vi è invece ancora sufficiente esperienza per quanto riguarda la pratica delle immersioni subacquee. In linea generale si può ipotizzare che la pratica subacquea dovrebbe limitarsi, nel primo anno dopo l'impianto, ad una profondità non superiore ai 10 metri (ricordiamo che la pressione dell'acqua è pari ad 1 atmosfera ogni 10 metri di profondità, a cui bisogna sommare 1 atmosfera data dall'aria al livello del mare).

In definitiva, si può tornare alla vita abituale, consci però di essere portatori di una cranioplastica. Anche se, in definitiva, gli eventuali impedimenti vanno ricercati più nello stato di salute generale che nel fatto di essere portatori di protesi cranica in idrossiapatite.

Informazioni

Modulistica per il medico e per il paziente

F. TUNIZ, Q. SBRIZZAI, A. NATALONI*, B. ZANOTTI

Struttura Operativa Complessa di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine
** Fin-Ceramica Faenza - Medical Devices, Faenza*

Ogni atto medico, dal più banale al più complesso, implica un certo grado di burocratizzazione.

La procedura per l'allestimento e l'impianto di una cranioplastica su misura in idrossiapatite porosa non è da meno. Tralasciamo la parte di comunicazione ed accreditamento della metodica nel capitolo di spesa del Provveditorato in quanto ogni Struttura Sanitaria ha dei regolamenti interni che possono variare, anche di molto, da caso a caso.

In linea di massima vi è da dire che, sostanzialmente, il tutto si concretizza con una richiesta, su un determinato progetto di cranioplastica, di preventivo alla ditta produttrice. Quest'ultima, una volta verificata la fattibilità, formulerà il preventivo che, se accolto, darà seguito alle automatiche solvenze economiche (Tabella 1).

Diverse sono invece le incombenze da parte del medico prescrittore e del personale di sala operatoria.

La modulistica per le cranioplastiche su misura in idrossiapatite si concretizza sostanzialmente in tre momenti ben distinti:

1. Avvio della procedura

a) Ricetta medica

Si tratta di una semplice prescrizione che riporta alcuni dati essenziali, necessari per identificare il Paziente ed il tipo di difetto. Deve essere redatta su carta intestata del medico e dell'istituto ospedaliero di appartenenza (Figura 1).

b) Richiesta del manufatto

Scheda, assai semplificata, che identifica il tipo

di manufatto in idrossiapatite richiesto, la modalità di trasmissione dei dati TC ed il centro richiedente (Figura 2).

c) Modulo per il consenso al trattamento dei dati personali

Da sottoscrivere da parte del Paziente o del suo tutore legale (Figura 3). In mancanza di quest'ultimo, a nostro avviso, deve essere il medico stesso che si prende la responsabilità di acconsentire al trattamento dei dati personali in quanto agisce in funzione del bene del Paziente. L'impianto della protesi su misura innegabilmente è promossa e realizzata per migliorare le performance del Paziente e permettergli, in definitiva, anche la migliore integrazione sociale possibile. Tutti e tre i documenti devono essere inviati alla Ditta produttrice.

2. Collaudo del manufatto

Verbale di collaudo

Una volta in possesso della ricostruzione 3D in resina del cranio con la prova in gesso della cranioplastica, il chirurgo può segnare tutte le modifiche che eventualmente si rendessero necessarie e le riporta anche sull'apposito verbale. È anche d'uso controfirmare per avvenuta visione ed accettazione anche la protesi in gesso.

3. Impianto della cranioplastica

La confezione contenente la cranioplastica viene fornita, oltre che con il bugiardino con le "Istruzioni d'uso", con cinque documenti cartacei.

Corrispondenza: Dott. Francesco Tuniz, S.O.C. di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, tel. 0432-552701, fax 0432-552700.

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 201-204.

Articolo ricevuto in redazione in data 5 maggio 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

Procedura tipo per l'acquisizione delle cranioplastiche

- Relazione dettagliata del prodotto con indicazioni d'uso, caratteristiche, modalità d'impiego, eventuale unicità, costo e previsione di impianti nell'anno in corso della richiesta.
- Invio della relazione, utilizzando gli appositi moduli, al Presidente della Commissione per l'acquisto di Presidi e Medicazioni (*solitamente composta dal Direttore della Farmacia, dal Responsabile del Provveditorato, da un Medico della Direzione Medica, da un Chirurgo, da un Medico di medicina interna e da un Infermiere*), che si riunisce ogni 4 mesi per il parere. La relazione, firmata unicamente dal Direttore di SOC (Struttura Operativa Complessa), se ha un costo elevato, deve dichiarare che il costo del prodotto è stato inserito nel budget annuale.
- Ricevuta la comunicazione del parere positivo della Commissione, la SOC invia al Responsabile del Provveditorato (una copia anche al Direttore di Farmacia), una richiesta interna d'acquisto, riportando il nome, cognome e data di nascita del/i paziente/i e quantità, firmata dal Direttore di SOC.
- Il Responsabile del Provveditorato, predisposta la delibera invia alla Ditta fornitrice segnalata dal reparto (se il prodotto risulta essere unico, diversamente a tutte le Ditte in concorrenza) una richiesta di preventivo di spesa.
- Ricevuto il preventivo e concordato il prezzo il Provveditorato invia l'ordine d'acquisto del prodotto.
- La Ditta consegna il materiale al magazzino della Farmacia (essendo materiale sterile, diversamente andrebbe al magazzino scorte varie), che ne registra l'entrata e lo consegna alla sala operatoria, che a sua volta, lo scarica dal registro delle entrate.
- Eventuali bolle di consegna (a volte il materiale è inviato direttamente in sala operatoria) o altra documentazione di tipo amministrativo, viene inoltrata al Responsabile del Provveditorato per il saldo alla Ditta fornitrice, secondo gli accordi intercorsi (60-90 giorni).
- *Il materiale contiene le schede d'impianto "ad personam" che vengono consegnate al chirurgo che farà l'intervento.*

Compiti infermieristici

- Il codice e il lotto del materiale impiantato va riportato nella compilazione della scheda intra-operatoria.
- Sarebbe auspicabile la consegna al paziente di un cartellino identificativo del prodotto con segnalazione di sue eventuali problematiche di gestione in rapporto ad eventuali procedure diagnostiche (RM o TC, medicina nucleare, ecc.).

Tabella 1.**a) Scheda identificativa del dispositivo con il codice prodotto**

Può semplicemente far parte della cartella del Paziente.

a) Documento "Rilascio e validazione del progetto"

Si compone a sua volta di due documenti: una *scheda* ed un *verbale*. Entrambe devono essere sottoscritte anche dai chirurghi.

FAC-SIMILE

Oggetto: *realizzazione di protesi cranica su misura in idrossiapatite porosa per esiti di craniectomia secondaria ad asportazione di tumore coinvolgente la volta*

Si prescrive per il Signor **NOME COGNOME** (*data di nascita*) la realizzazione di una protesi di teca cranica su misura in idrossiapatite per esiti di craniectomia post-chirurgica al vertice.

Data _____ Firma _____

Figura 1.

Una copia deve essere restituita all'industria produttrice.

Anche questa documentazione deve far parte della cartella clinica.

c) Fascicolo con le specifiche tecniche e le assicurazioni di qualità (elenco RES - Requisiti Essenziali di Sicurezza)

Il voluminoso documento solitamente va allegato alla cartella clinica del Paziente.

d) Etichetta adesiva che identifica la protesi

Va apposta sulla scheda chirurgica o in cartella clinica (Figura 4).

La modulistica, a detta degli addetti già semplificata, verosimilmente verrà ulteriormente ridotta all'essenziale in un prossimo futuro. Questo per venire incontro alle esigenze di non appesantire il chirurgo ed il personale infermieristico, già oberati, con modulistica spesso ridondante.

È, invece, a discrezione del chirurgo, nella descrizione dell'intervento, far riferimento al codice identificativo del manufatto per una maggiore rintracciabilità, anche se sarebbe auspicabile.

 **FIN-CERAMICA FAENZA s.r.l.**
Via Ravennana 186, 48018 Faenza (RA) Italia
Tel. ++39 - 0546 - 46679 Fax. ++39 - 0546 - 46422

STERILE R  

LOT 0503010012

REF PFS900001-56-00

 02/2010

Porzione di teca cranica in idrossiapatite porosa

DISPOSITIVO SU MISURA

Figura 4.

	
FIN-CERAMICA FAENZA s.r.l.	
DISPOSITIVO SU MISURA	TIPO: ☐ Riempitivo poroso in HA ☐ Ricostruzione Teca Cranica ☐ Altro _____
Uso previsto (sintesi)	
DATI FORNITI:	
Paziente:	Nome _____ Cognome _____
Età: _____	Data di Nascita: _____
Sesso:	M ☐ F ☐
Medico richiedente:	Nome _____ Cognome _____
Titolo/qualifica:	_____
Struttura ospedaliera in cui opera:	_____
DATI CLINICI CONSEGNATI:	
☐ TAC (LASTRE: COPIA ☐ ORIGINALE ☐)	
☐ TAC (LASTRE: FILE SU SUPPORTO INFORMATICO ☐ FILE VIA E-MAIL ☐)	
☐ ALTRI REFERTI _____	
☐ DATI CLINICI DI RESTITUIRE ☐ SI ☐ NO	
Allegare prescrizione riportante almeno: – Chiara identificazione della destinazione d'uso della protesi, specificando eventuali limitazioni / peculiarità correlate alla tecnica chirurgica da utilizzare	
Data prescrizione: _____	
Firma del medico: _____	
Firma per ricevuta di presa in consegna da parte della funzione commerciale: _____ <i>Non Applicabile</i>	

Copia per il medico
 Originale per Fin-Ceramica Faenza s.r.l.

Figura 2.

Allegato 01

**FIN-CERAMICA FAENZA s.r.l.****Informativa e Consenso ai sensi della Legge 31 dicembre 1996 n. 675 riguardante la tutela delle persone rispetto al trattamento dei dati personali**

In relazione al rapporto di collaborazione per la progettazione, la produzione e l'immissione in commercio del dispositivo su misura _____, il destinatario del dispositivo Sig./ra .

_____dichiara di ricevere l'informativa aziendale (estratto L. 675/96 Art. 10) ed espressamente consente che:

- i dati forniti all'Azienda fabbricante del dispositivo, titolare del trattamento dei dati personali Fin-Ceramica Faenza S.r.l. (Legale Rappresentante *Sig. Andrea Tampieri*) con sede in Via Granarolo, 102 48018 Faenza (RA), siano comunicati alla Società Commerciale*Non Applicabile*... (Legale Rappresentante Sig.*Non Applicabile*.....sede amministrativa) e siano utilizzati per la progettazione e la fabbricazione del dispositivo su misura e vengano poi comunicati al Ministero della Sanità, secondo quanto prescritto dalla Direttiva 93/42/CEE allegato VIII.
- i dati forniti per l'attività siano trattati dalla Società Commerciale, che cura i rapporti tra il fabbricante del dispositivo e il medico, da Fin-Ceramica S.r.l., dal medico che ha effettuato la prescrizione del dispositivo su misura e dal Ministero della Sanità, per finalità gestionali, di sicurezza del paziente, di attività di sorveglianza post-vendita mediante consultazione, elaborazione, raffronto con i criteri prefissati ed ogni altra opportuna elaborazione anche automatizzata.

Il Sig./ra _____ dichiara inoltre di essere stato previamente informato/a che il conferimento dei dati richiesti è necessario ai fini delle attività di progettazione, produzione ed immissione in commercio del dispositivo su misura _____ e che un eventuale rifiuto di fornire o comunicare i dati richiesti comporta la inammissibilità della stessa proposta di collaborazione all'attuazione del progetto ed alla fabbricazione del dispositivo.

In relazione al trattamento dei predetti dati (art. 13), il destinatario del dispositivo su misura ha diritto di ottenere senza ritardo a cura dell'Azienda Fin-Ceramica Faenza s.r.l.:

- la conferma dell'esistenza di dati personali che lo riguardano, anche se non ancora registrati, e la comunicazione in forma intelligibile dei medesimi dati e della loro origine, nonché della logica su cui si basa il trattamento; la richiesta può essere rinnovata, salva l'esistenza di giustificati motivi, con intervallo *non minore a 90 giorni (Art. 10)*;
- la cancellazione, la trasformazione in forma anonima o il blocco dei dati trattati in violazione di legge, compresi quelli di cui non è necessaria la conservazione in relazione agli scopi per i quali i dati sono raccolti e successivamente trattati;
- l'aggiornamento, la rettificazione ovvero, qualora vi abbia interesse, l'integrazione dei dati;
- l'attestazione che le operazioni di cui i punti b) e c) sono state portate a conoscenza, anche per quanto riguarda il loro contenuto, di coloro ai quali i dati sono stati comunicati e diffusi eccettuato il caso in cui tale conoscenza si rilevi impossibile o comporti un impiego di mezzi manifestamente sproporzionato rispetto al diritto tutelato.

Il destinatario del dispositivo su misura ha inoltre diritto di conoscere, mediante accesso gratuito al registro di cui all'art. 13 comma 1 lettera a) della Legge 31/12/1996 n° 675, l'esistenza di trattamenti di dati che possono riguardarlo e di apporsi (comma 4 lettera d), in tutto o in parte, per motivi legittimi, al trattamento di dati personali che lo riguardano, ancorché pertinenti allo scopo della raccolta, nonché (comma 4 lettera e) di opporsi esercitando gratuitamente tale diritto, al trattamento di dati personali che lo riguardano previsto a fini di informazione commerciali o di invio di materiale pubblicitario o di vendita diretta ovvero per il compimento di ricerche di mercato o di comunicazione commerciale interattiva.

Data _____

Firma per l'autorizzazione al trattamento dei dati personali relativi al dispositivo su misura

Figura 3.

Articolo originale**Presidi impiantabili ad alto contenuto tecnologico e loro sostenibilità di bilancio**

M. BASILE, U. SALVATORE*

*Johnson & Johnson Medical S.p.A.*** Johnson & Johnson Medical Holding S.p.A.***INTRODUZIONE**

La salute in Italia: non più solo un problema di costi, ma anche di efficacia clinica e di qualità della vita del Paziente. Questi i temi caldi al centro del dibattito tra economicità ed etica, proprio nel momento in cui il Ministero della Salute abbandona il vecchio appellativo di "Ministero della Sanità", in un'ottica di maggiore attenzione alla prevenzione e alla qualità della vita.

Con l'avvento della L. 502/92, ma soprattutto con la L. 229/99, nonché con i piani sanitari nazionali che si sono sviluppati successivamente, si afferma, sempre più, il ruolo della Sanità quale principale garante della qualità della vita dei cittadini.

Di fatto, però, il processo di aziendalizzazione e la conseguente applicazione dei principi tipici di governo e coordinamento ha indotto delle inevitabili distorsioni nel sistema: una ricerca spasmodica dell'economicità di ciascun percorso diagnostico-terapeutico, in termini di equilibrio tra costi sostenuti e "tariffa" (DRG) rimborsata.

Ciò ha comportato non poche difficoltà di comprensione tra amministrativi e medici, entrambi focalizzati a ricercare un equilibrio tra entrate ed uscite, non sempre però compatibile con la ricerca ed il perseguimento dell'efficacia e della qualità di vita del Paziente dopo l'intervento.

Da questo punto di vista la strategia della "Clinical Governance" rappresenta una risposta a questo meccanismo perverso che "trasforma" tutte le prestazioni sanitarie in un mero fatto "commerciale", ossia cercare sempre un punto di mediazione tra efficienza, efficacia e qualità. Purtroppo siamo tutti a conoscenza del fatto che il sistema di pagamento prospettico (DRG) nasce come criterio di "ribaltamento" di fondi dedicati a tale scopo, con il fine di garantire una più o meno "equità d'accesso" su scala nazionale; allo stesso tempo sappiamo anche che tale equità è oggi irraggiungibile per via dell'estrema differenza di tariffe tra regioni, a parità di prestazioni erogate, della disomogeneità di concentrazione delle specialità, nonché per via della diversità/disomogeneità delle fonti di finanziamento.

La Tabella 1 riporta un esempio di variabilità di tariffa su scala nazionale dalla quale si evince che il divario può raggiungere anche i 5.000 euro.

Parametri	Tariffa
Minimo	4.788
Massimo	10.561
Media	8.211

Tabella 1.

Corrispondenza: Dott. Marco Basile, Johnson & Johnson Medical S.p.A., Roma.

e-mail: mbasile@ethit.jnj.com

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 205-207.

Articolo ricevuto in redazione in data 4 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

DRG n.	2
Descrizione DRG	Craniotomia età > 17 anni per traumatismo
Regione	Tariffa massima regionale (aggiornata ad aprile 2004)
Valle d'Aosta	8.544 euro
Piemonte	10.402 euro
Liguria	8.544 euro
Lombardia	10.124 euro
Bolzano e provincia	8.971 euro
Trento e provincia	9.911 euro
Veneto	9.365 euro
Friuli Venezia-Giulia	10.279 euro
Emilia-Romagna	10.051 euro
Toscana	5.982 euro
Umbria	9.801 euro
Marche	10.680 euro
Lazio	10.561 euro
Abruzzo	8.544 euro
Molise	8.544 euro
Campania	8.544 euro
Basilicata	9.060 euro
Puglia	7.690 euro
Calabria	8.544 euro
Sicilia	8.544 euro
Sardegna	8.117 euro

Tabella 2.

□ È VERA EQUITÀ D'ACCESSO?

Per ovviare a tale problema sarebbe necessario ricondurre tutta la gestione dei servizi ai principi di valorizzazione dell'utilità, affinché si possa tener conto sia dell'efficacia clinica che della qualità di vita percepita dal Paziente.

Dire semplicemente "la tariffa non è sufficiente a coprire i costi dell'intervento" non è una valutazione corretta; se è vero, infatti, che la tariffa DRG è a volte insufficiente a coprire i costi effettivi (in quanto non è il risultato di un prezzo negoziato tra domanda e offerta), è altrettanto vero che la tariffa potrebbe, in altri casi, anche essere superiore alle risorse impegnate per erogare la prestazione. La condizione principale è che la Sanità garantisca un bilanciamento complessivo tra costi e fondi regionali; se vogliamo recuperare la centralità del Paziente, tutta l'organizzazione ospedaliera dovrebbe seguire tale direzione,

influenzando gli assetti organizzativi e i relativi sistemi di coordinamento affinché si possa realmente gestire la domanda-offerta di servizi di salute.

Bene si adatta a questo quadro la problematica relativa alla rimborsabilità dei dispositivi per la ricostruzione di difetti cranici ampi o complessi.

La restituzione al Paziente neurochirurgico di una piena integrità estetica, in aggiunta a quella fisiologica e funzionale, oltre ad essere deontologicamente dovuta, è sempre più "aspettativa" da parte del Paziente stesso. La totale riabilitazione del Paziente passa non solo attraverso il recupero delle piene funzionalità, ma anche attraverso la restituzione di una vita di relazione normale; il recupero di una piena integrità estetica può aiutare il Paziente a superare tutte quelle difficoltà di natura psicologica che interventi di tale gravità possono comportare. Ma il fattore estetico non è il solo che viene perseguito con l'impianto di una cranioplastica. Quest'ultima ha anche un ruolo protettivo del contenuto della scatola cranica, ma non solo. È stato osservato che la cranioplastica determina un marcato miglioramento dell'attività metabolica encefalica e sembra facilitare il recupero delle funzioni neurologiche.

I costi dei dispositivi per le ricostruzioni plastiche dei difetti cranici possono avere valori molto differenti tra di loro in funzione dei materiali, delle metodiche impiegate e in alcuni casi della estensione del difetto stesso. Si va dall'impiego di materiali di semplice approvvigionamento come i sostituti ossei a base di metil-metacrilato (il costo può oscillare tra i 150 € e i 500 €), per passare ai dispositivi realizzati in titanio (tra i 1.500 € ai 3.500 € in funzione dell'estensione) che vengono avvitati alla teca, fino ad arrivare ai dispositivi realizzati "su misura" in materiali bio-ceramici (8.500 € circa). Ovviamente non va dimenticato l'utilizzo, ove possibile, dell'osso autologo, ma a questo dedicheremo una citazione a parte.

Il DRG di riferimento nel caso specifico è quello della "craniotomia" che salvo piccole differenze da regione a regione (Tabella 2) rimborsa circa 8.500 € (in alcune regioni il costo del dispositivo è rimborsato a parte).

È evidente come il ricorso ai dispositivi più costosi debba essere valutato caso per caso in funzione della complessità della ricostruzione e dell'importanza del risultato estetico e funzionale. La ricostruzione di tutta l'area sopra orbitale, frontale, fronto-parietale, richiede un'abilità di manipolazione dei materiali a base di metil-metacrilato, degna dei migliori scultori del quindicesimo secolo con in più la difficoltà di dovere

lavorare materiali i cui tempi di indurimento sono relativamente rapidi.

Anche l'utilizzo di reti in titanio richiede le medesime abilità; inoltre sebbene le viti e le placche siano di basso profilo, è inevitabile che in aree a pronunciata convessità non rimangano del tutto nascoste dai tessuti.

Le ricostruzioni "su misura" bene si adattano a questi casi: il dispositivo riprodurrà fedelmente l'osso mancante restituendo una fedele integrità estetica al Paziente tanto più importante per il fatto che il difetto si trova nell'area "visibile" del cranio.

Per quanto riguarda l'utilizzo di osso autologo nei casi di craniotomia decompressiva e successiva plastica ricostruttiva, in alcune regioni vi è la possibilità di ricorrere alle Banche per la conservazione dell'osso. Non tutte le regioni sono attrezzate in questa direzione, in alcuni casi le procedure sono lunghe e complesse e non da ultimo l'osso trattato per la conservazione (demineralizzato) tende a ridursi di dimensioni rendendo il risultato estetico in alcuni casi non soddisfacente. Una recente letteratura ha anche riportato casi di rigetto dell'osso autologo demineralizzato.

In conclusione, la scelta dei dispositivi più adatti sia nel caso delle ricostruzioni craniche che in tutte le altre procedure chirurgiche dovrebbe sempre guardare da un lato al perseguimento dell'efficienza economi-

co/organizzativa e dall'altro al raggiungimento della qualità del risultato.

Il ricorso al metil-metacrilato (o alle protesi in titanio) è pienamente giustificato in tutti quei casi dove la semplicità della ricostruzione o la localizzazione della stessa non produrrà nessun effetto indesiderato dal punto di vista del risultato estetico e funzionale; in questi casi il DRG coprirà ampiamente i costi producendo un "profitto".

Ma quando il risultato estetico è in discussione, in questi casi il ricorso alle plastiche "su misura" dovrebbe essere la scelta prioritaria; il DRG probabilmente non coprirà il costo, ma se il mix dei casi sarà stato corretto, alla fine la parità di bilancio sarà stata raggiunta e il SSN avrà restituito alla collettività un individuo perfettamente recuperato e soprattutto soddisfatto per il risultato complessivo ottenuto.

Quest'ultimo aspetto, quello della piena soddisfazione del Paziente, assumerà sempre maggiore importanza; il Paziente è anche cliente nel caso dell'ospedalità privata; ma tenderà a diventarlo sempre di più anche nell'ospedalità pubblica: la scelta del "dove" farsi operare dipenderà sempre di più anche da aspetti certamente in passato considerati marginali, come il risultato estetico, impattando inevitabilmente anche sulla composizione del case-mix.

Articolo originale

□ **Aspetti medico-legali attuali**

M. GENNARI, C. BOTTA, B. ZANOTTI*

Sezione di Medicina Legale, Dipartimento di Ricerche Mediche e Morfologiche, Università degli Studi, Udine

** Struttura Operativa Complessa di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine*

□ **INTRODUZIONE**

La cranioplastica, quale intervento chirurgico diretto a colmare una breccia ossea del cranio, si riconduce a cause diverse: traumi cranici con fratture infossate, comminute ed esposte della teca, eventualmente accompagnate da perdita di sostanza; craniotomie decompressive (per edema, neoplasie, infezioni, lesioni vascolari); infezioni ed osteomieliti di opercolo osseo; fenomeni di osteolisi neoplastica e di osteonecrosi conseguente a terapia radiante; dismorfismi cranio-facciali.

La menomazione rappresentata dalla breccia cranica ossea è prevalentemente espressa dal difetto di protezione meccanica del cervello verso eventuali, seppur rari, traumi e dal nocimento estetico dipendente, in particolare, dalle dimensioni e dalla sede della breccia; è, infatti, maggiormente evidente quando è interessato l'osso frontale con il bordo orbitario, rispetto a quello temporale, parietale od occipitale, ove, almeno in parte, è mascherato dal capillizio. Né si devono trascurare le conseguenze psichiche reattive e la possibilità di una somatizzazione dei disturbi, praticamente sovrapponibili alla sindrome soggettiva del cranioleso⁽⁷⁾. Studi recenti dimostrerebbero, in realtà, che un'efficiente cranioplastica, favorendo la circolazione ed il trofismo nel territorio cerebrale corrispondente al difetto protettivo, può anche migliorare gli stessi disturbi neurologici^(2,23).

I materiali impiegati nella riparazione protesica delle

brecce craniche non hanno, in passato, dimostrato i requisiti ideali⁽¹⁾: della perfetta istocompatibilità della sostanza, della malleabilità, della scarsa conducibilità termica, della trasparenza ai raggi X, della mancanza d'interferenza nell'esecuzione di TC, RM e SPECT⁽¹⁸⁾. Molti Autori, però, si sono pronunciati a favore dell'utilizzazione dell'osso originale o autologo, ma anche, in subordine, di quello omologo prelevato da cadavere^(6,10,30).

La riposizione del lembo osseo originale è considerata scelta elettiva se viene immediatamente praticata; diversamente, si pone il problema della sua conservazione, dei rischi di riassorbimento e d'infezione^(17,29), particolarmente rilevanti nell'omotrapianto. Giocano nettamente a sfavore la notoria insufficienza di strutture organizzate, come le "banche dell'osso", ed i costi del procedimento fisico-chimico di sterilizzazione e di conservazione. Per l'osso omoplastico si pone anche il problema del rigetto, mentre l'autotrapianto mediante prelievo di altre parti scheletriche pone lo svantaggio del duplice intervento e dell'imperfetta congruenza.

La moderna ricerca si è così orientata verso la sintesi e la sperimentazione di sostituti dell'osso come i materiali metallici, polimerici e ceramici. Per le protesi metalliche sono stati impiegati l'acciaio inossidabile, il tantalio, l'alluminio⁽¹⁸⁾ ed il titanio; quest'ultimo, ritenuto maggiormente biocompatibile, non crea artefatti significativi alla TC ed alla RM, non è tossico, non va incontro ad erosioni nel tempo e non impedi-

Corrispondenza: Prof. Maurizio Gennari, Medicina Legale e delle Assicurazioni, via Pracchiuso, c/o Ospedale Militare, 33100 Udine, tel. 0432-506046, fax. 043-504649, e-mail: maurizio.gennari@uniud.it

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 209-213.

Articolo ricevuto in redazione in data 30 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

sce la crescita di nuovo osso attraverso gli spazi liberi, ma fornisce un risultato estetico mediocre⁽²⁸⁾. I materiali plastici o polimerici, come i polimetacrilati ed i siliconi, possono assolvere adeguatamente alla funzione di protezione ed anche estetica, ma non stimolano affatto la crescita e la riparazione ossea^(9,21).

Il materiale che negli ultimi anni si sta affermando quale sostituto dell'osso originale è quello ceramico, di idrossiapatite porosa^(5,11,13,14), composto da calcio e fosforo, come la componente minerale naturale dell'osso. È un prodotto di sintesi biocompatibile, che non produce effetti dannosi sui tessuti adiacenti, non dà reazioni di rigetto; è preventivamente modellabile su misura, secondo la perfetta forma del lembo osseo originale, realizzata mediante procedura computerizzata di calco tridimensionale, basato sulle informazioni TC (dispositivo "custom made"); è inoltre osteoconduttivo⁽²⁶⁾ perché, attraverso la sua porosità, guida la rigenerazione ossea sino a trasformarsi progressivamente nel tempo in osso (processo evidente dopo 6-12 mesi) e a saldarsi perfettamente al tessuto circostante. Le protesi "su misura" vengono realizzate ad hoc in laboratorio per ciascun paziente, a fronte della prescrizione dello specialista, e possono essere adattate durante l'intervento chirurgico mediante semplice fresatura.

Questo più moderno modello di protesi assicura un ottimo risultato estetico, mentre l'iniziale limite della sua fragilità è destinato progressivamente ad annullarsi, per la trasformazione in scheletro neoformato con resistenza meccanica e persino capacità autoriparativa, prossima all'osso normale. Unico apparente limite rimane il costo tutt'ora elevato.

□ PROSPETTIVE MEDICO-LEGALI

Nella cranioplastica sono prospettabili riflessi medico-legali relativamente alla sussistenza di un diritto alla protesi più idonea, al consenso informato all'intervento, alla valutazione del danno in ambito civilistico e infortunistico, ma anche in riferimento ai possibili risvolti penalistici o di responsabilità professionale.

Anzitutto, se esiste oggi una cranioplastica migliore delle altre per efficienza e riduzione del rischio, essa deve rientrare nella disponibilità di cura per il paziente, a garanzia di quel diritto alla tutela della salute, che, nella più ampia accezione del termine, è sancito dalla Carta Costituzionale (art. 32).

Questo diritto si riconosce, anzitutto, nel rispetto del-

l'integrità psicofisica della persona, valido *erga omnes*, che richiede la "riparazione" risarcitoria, se viene violato. Dal momento che il *risarcimento del danno* da fatto illecito ha la funzione di porre il patrimonio del danneggiato nello stesso stato in cui si sarebbe trovato se non si fosse verificato l'evento lesivo (Cass. Civ. S.U., 22 luglio 1999, n. 500 e n. 501, in *Danno e Resp.*, 1999, 965), una breccia cranica provocata da un trauma o, comunque, dal fatto illecito di terzi, deve essere "reintegrata in forma specifica" (art. 2058 C.C.), per quanto possibile, in quanto materialmente riparata con i mezzi e gli interventi più idonei a ricondurre il "bene" allo stato primitivo, a spese del responsabile. Solo per la componente differenziale, rispetto alla completa restitutio ad integrum, può farsi ricorso ad un risarcimento "per equivalente", in somma in denaro, che, riguardo alla salute, può solo convenzionalmente (secondo i consueti parametri del danno biologico o della incapacità a produrre reddito) corrispondere all'effettivo valore dei danni causati⁽¹⁵⁾. Dottrina medico-legale⁽⁴⁾ e giuridica^(16,27) sono concordi nell'affermare il diritto alla risarcibilità delle cure, non solo "necessarie", in quanto indispensabili ed insostituibili, ma anche di quelle "utili", in quanto efficaci nel favorire la guarigione (a queste possiamo ragionevolmente ascrivere la cranioplastica, specie se "custom made"). In altre parole, è scontato il diritto al risarcimento di tutte quelle cure idonee ed efficienti a modificare nel senso più favorevole lo stato di salute o l'invalidità del soggetto. Il costo attualmente più elevato delle protesi ceramiche, allestite con procedura computerizzata, non può dunque costituire un limite ostacolante il giusto risarcimento del danneggiato. D'altra parte, il maggior costo che verrebbe posto a carico del responsabile civile, come "danno emergente" o reintegrazione in forma specifica (art. 2058 C.C.), risulterebbe poi di fatto compensato, se non ipoteticamente anche superato a suo vantaggio, da un minor valore del risarcimento per equivalente stabilito dalla riduzione proporzionale del *quantum* di danno biologico permanente.

Infatti, la *valutazione civilistica del danno* causato dalle brecce craniche, inizialmente basata su criteri anatomici e morfostrutturali, con particolare riguardo alle loro dimensioni, si è andata poi modellando nel tempo sui criteri di tipo prevalentemente funzionale^(22,8,12). Ricorrendo alle "Guide" nazionali di valutazione medico-legale del danno biologico permanente maggiormente in uso, Luvoni, Bernardi e Mangili⁽²⁰⁾ indicano, per una "breccia cranica di circa 10 cm²", il valore 10% di danno biologico, con l'avvertenza che

la ricostruzione protesica elimina o riduce il difetto di protezione e di vulnerabilità; ma “persistendo una situazione anormale, anche per gli eventuali riflessi di ordine psichico sul soggetto menomato” e considerando “l’inevitabile persistere di modeste perdite di sostanza ossea”, tale percentuale “deve essere ridotta per non giungere ad assurdi valutativi”. Anche la “Guida” di Bargagna et Al.⁽⁷⁾ riserva “alle breccie craniche, a seconda dell’estensione” un valore di danno biologico permanente sino al 15%, precisando che “il valore percentuale non deve adattarsi matematicamente al variare delle dimensioni della breccia (o delle breccie), ma si dovranno ponderare, caso per caso, le condizioni di effettiva menomazione”. Si riconosce, però, che “gli interventi di cranioplastica possono oggi rimediare ai difetti di protezione del contenuto cranico, sino a dimezzare il tasso invalidante” indicato.

È nostra opinione che un’efficiente cranioplastica con protesi cranica perfezionata *ad personam*, eliminando completamente il danno estetico del dismorfismo osseo e consentendo, attraverso la progressiva rigenerazione ossea guidata, un graduale ed effettivo recupero della funzione protettiva dell’osso naturale, possa ridurre l’attribuzione del *quantum* di danno biologico permanente sino ad un tasso che oggi può andare ben sotto il dimezzamento dei valori indicativamente tabellati (secondo Bargagna et Al.⁽⁷⁾), potendo praticamente avvicinarsi o idealmente coincidere con il danno biologico direttamente correlato agli esiti traumatici e chirurgici extracranici (meningo-encefalici, del cuoio capelluto e dei piani muscolari).

Le medesime osservazioni e considerazioni possono essere integralmente trasferite alla valutazione del danno in ambito infortunistico.

Nell’assicurazione sociale contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali, sono poste a carico dell’Istituto assicuratore (INAIL) anche le cure mediche e l’assistenza protesica (D.P.R. n. 1124/1965, artt. 66, 86 e 90) che “si prefigge il massimo recupero della capacità lavorativa e dello stato di salute psico-fisica dell’assicurato ai fini del suo recupero professionale e sociale e, quindi, del suo reinserimento nella vita di relazione”⁽³⁾. Per l’Istituto assicuratore si prospetta la naturale contropartita di una riduzione del danno biologico, significativamente reintegrato dalla protesi cranica più efficiente.

Anche nell’infortunistica privata può essere previsto in polizza il rimborso delle spese di cura e protesiche determinate, in via diretta ed esclusiva, dall’infortunio, con la contropartita, per l’impresa assicuratrice,

di un proporzionale abbattimento del tasso di invalidità permanente indennizzabile.

Trattandosi di un diritto pubblico soggettivo, quello all’integrità fisica o alla salute, la violazione da parte di terzi, che abbia causato una perdita di osso cranico e determinato, conseguentemente, l’intervento chirurgico di cranioplastica, è perseguita anche *penalmente* con configurazione dei delitti di “lesione personale” (artt. 582, 583, 590 C.P.). Tuttavia, mentre la breccia ossea in sé, ma anche la riparazione protesica non integrale, configurano necessariamente specifica “aggravante” prevista dall’art. 583 C.P., che può rendere la lesione personale “grave”, per “indebolimento permanente di un organo” (quello cranico, organo “giuridico” di protezione del sistema nervoso centrale), o addirittura “gravissima”, per “sfregio o deformazione permanente del viso”, vi è motivo di ritenere che una perfetta riparazione e integrazione ossea con protesi su misura in ceramica, escludendo in ogni caso lo “sfregio”, possa consentire di motivare anche l’assenza dell’aggravante di “indebolimento” dell’organo cranico.

Al di fuori dell’ipotesi risarcitoria, il diritto alla tutela della salute, inteso nella concezione solidaristica di *diritto all’assistenza sanitaria*, erogabile dal servizio sanitario nazionale, incontra i limiti rappresentati dalla disponibilità delle risorse predefinite per il settore sanitario (Corte Cost., sentenza n. 416/1995), cosicché non può essere visto come diritto assoluto l’accesso a prestazioni non “necessarie” ed esuberanti i “livelli essenziali di assistenza”, compreso quello ad un cranioplastica su misura, secondo la tecnologia più avanzata.

Ma, se anche parliamo di un diritto “relativo”, per i limiti imposti dalle esigenze della più equa distribuzione delle risorse, non possiamo sottrarre alla persona il diritto di provvedere autonomamente, con i propri mezzi, al perseguimento del migliore livello di ripristino della sua integrità fisica o salute. Per questi motivi, quando non sia possibile effettuare nello stesso intervento la riposizione di un lembo osseo autologo e sia comunque differita nel tempo l’operazione di cranioplastica, il paziente deve essere messo nelle condizioni di poter manifestare la propria volontà anche nella scelta protesica. Deve allora essere necessariamente prevista, nell’informazione data dal neurochirurgo, preliminarmente al consenso all’intervento, la comunicazione della tecnica o delle tecniche di cranioplastica fruibili in quella struttura, con i relativi benefici, svantaggi e rischi (infezioni, riassorbimenti, decubiti, rigetto, inestetismi, ecc.), delle possibili al-

ternative, specificando i relativi costi e vantaggi o indicando i centri specialistici di riferimento, qualora essa non potesse essere praticata in quella sede.

Se il paziente non è stato completamente libero di scegliere, perché non adeguatamente informato, così da dover passivamente accettare una prestazione tecnica qualitativamente inferiore alle sue attese e possibilità economiche, secondo un ormai consolidato orientamento della giurisprudenza civilistica, potrà contestare al medico e all'istituzione sanitaria il diritto al risarcimento di quella parte di danno da lui non preventivato (per difetto, appunto, di informazione), che sarebbe stato evitabile o contenibile con una migliore, seppur onerosa, scelta di riparazione protesica (Cass. Civ., sez III, n. 6464/1994 e n. 364/1997).

Se oggi una responsabilità del neurochirurgo, per la sua scelta tecnica nell'intervento di cranioplastica, potrebbe effettivamente porsi in questi termini di difetto nel "consenso informato", è prevedibile che, con la diffusione e la probabile riduzione dei costi delle protesi craniche singolarmente programmate, l'adozione di una più rischiosa e meno vantaggiosa, nonché desueta, tecnica riparativa delle brecce craniche, possa concretizzare anche una responsabilità per colpa; tale condotta potrebbe, infatti, circostanziare un'imperizia, per mancato aggiornamento o una negligenza e/o imprudenza, per una scelta non del tutto attenta ai veri interessi del paziente.

Il ruolo della professionalità medico-legale nel campo della responsabilità medica ci induce anche a riferire l'esperienza peritale di uno di noi sulle possibili conseguenze anche penali di eventi, scelte o tecniche operative nella specifica materia delle cranioplastiche. Nel 2003, un neurochirurgo ospedaliero fu "indagato" dall'Autorità giudiziaria per il delitto di "lesioni personali colpose" (art. 590 C.P.), non avendo egli conservato (o avendo forse smarrito) l'opercolo cranico prelevato ad un giovane traumatizzato, sottoposto a craniotomia decompressiva. Dopo alcuni mesi, una volta programmato il reintervento di cranioplastica, non essendosi potuto recuperare l'osso autologo, fu praticata la riparazione della breccia cranica con protesi in titanio. Il Giudice per le indagini preliminari, però, concluse con sentenza di non luogo procedere per il medico, accogliendo le motivazioni della perizia, sintetizzabili nella mancanza del presupposto penalistico della "malattia", al fine di potersi configurare una "lesione personale" (si era trattato, infatti, del materiale utilizzo di una protesi metallica invece di quella naturale, comunque non vitale, che non aveva comportato differenze di invasività e di tempi

chirurgici) e nella mancanza di una effettiva, apprezzabile e provata diversità nella qualità del risultato. L'utilizzo di una protesi personalizzata "custom made", anche più efficiente dell'osso autologo, la cui conservazione incontra comunque rilevanti difficoltà, legate alla carenza di "banche dell'osso", garantirebbe anche da questo eventuale rischio giudiziario.

□ BIBLIOGRAFIA

1. Acciarri N., Galassi E., Limoni P., Mazzatenta D., Calbucci F.: Cranioplastica e materiali di ricostruzione cranica: esperienza neurochirurgica in 92 casi. In: V. Dallolio, L. Monolo (a cura di): La cranioplastica. New Magazine edizioni, Trento, 2001: 21-34.
2. Agner C., Dujovny M., Gaviria M.: Neurocognitive assessment before and after cranioplasty. *Acta Neurochir* 2002; 144 (10): 1033-1040.
3. Alibrandi G.: Infortuni sul lavoro e malattie professionali. Giuffrè, Milano, 1992.
4. Antoniotti A.: La valutazione delle spese di cura in tema di risarcimento del danno alla persona. *Zacchia* 1953; 28 (1): 137-147.
5. Arnaud E. Advances in cranioplasty with osteoinductive biomaterials: summary of experimental studies and clinical prospects. *Childs Nerv Syst* 2000; 16 (10-11): 659-668.
6. Artico M., Ferrante L., Pastore F.S., Ramando E.O., Cantarelli D., Scopelliti D., Iannetti G.: Bone autografting of the calvaria and craniofacial skeleton: historical background, surgical results in a series of 15 patients, and review of the literature. *Surg Neurol* 2003; 60 (1): 71-79.
7. Bargagna M., Canale M., Consigliere F., Calmieri L., Umani Ronchi G.: Guida orientativa per la valutazione del danno biologico. Giuffrè, Milano, 2001.
8. Bistarini S., Carta F., Lomi A.: La valutazione medico-legale delle brecce ossee craniche in responsabilità civile. *Riv It Med Leg* 1984; 6: 681-695.
9. Blum K.S., Schneider S.J., Rosenthal A.D.: Methyl methacrylate cranioplasty in children: long-term results. *Pediatr Neurosurg* 1997; 26 (1): 33-35.
10. Bruce J.N., Bruce S.S., Preservation of bone flaps in patients with postcraniotomy infections. *J Neurosurg* 2003; 98 (6): 1203-1207.
11. Cocchi R., Nataloni A., Martinetti M., Fabbri M., Belassi A., Piconi C.: Porus hydroxyapatite custom made component for the reconstruction of cranial theca areas. *Bioceramics* 1999; 12: 57-60.
12. Colesanti C., Vagnozzi R., Zappanico L.: La riparazione protesica delle brecce craniche. Criteri valutativi in responsabilità civile. *Zacchia* 1994; 67 (1-2): 99-112.
13. Costantino P.D., Chaplin J.M., Wolpoe M.E., Catalano P.J., Sen C., Bederson J.B., Govindaraj S.: Applications

- of fast-setting hydroxyapatite cement: cranioplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 123 (4): 409-412.
14. Dujovny M., Aviles A., Anger C.: An innovative approach for cranioplasty using hydroxyapatite cement. *Surg Neurol* 1997; 48 (3): 294-297.
 15. Giannini G., Pogliani M.: Il danno da illecito civile. Giuffrè, Milano, 1997.
 16. Giannini G.: Il risarcimento del danno alla persona nella giurisprudenza (a cura di F. Martini e M. Rodolfi). Giuffrè, Milano, 2000.
 17. Grant G.A., Jolley M., Ellenbogen R.G., Roberts T.S., Gruss J.R., Loeser J.D.: Failure of autologous bone-assisted cranioplasty following decompressive craniectomy in children and adolescents. *J Neurosurg Spine* 2004; 100 (2): 163-168.
 18. Hackett M.T., Shih W.J., Kiefer V.H.: Brain SPECT artifacts in patients having metallic cranioplasty. *J Nucl Med Technol* 2001; 29 (4): 189-192.
 19. Iwama T., Yamada J., Imai S., Shinoda J., Funakoshi T., Sakai N.: The use of frozen autogenous bone flaps in delayed cranioplasty revisited. *Neurosurgery* 2003; 52 (3): 591-596.
 20. Luvoni R., Mangili F., Bernardi L.: Guida alla valutazione medico-legale del danno biologico e dell'invalidità permanente. Giuffrè, Milano, 2002.
 21. Meel B.L.: Fatal systemic allergic reaction following acrylic cranioplasty: a case report. *J Clin Forensic Med* 2004; 11 (4): 205-207.
 22. Merli S., Umani Ronchi G.: La valutazione medico-legale delle breccie craniche. *Zacchia* 1977; 52: 145-181.
 23. Moreira-Gonzalez A., Jackson I.T., Miyawaki T., Bakarat K., Di Nick V.: Clinical outcome in cranioplasty: critical review in long-term follow-up. *J Craniofac Surg* 2003; 14 (2): 144-153.
 24. Muller A., Krishnan K.G., Uhl E., Meast G.: The application of rapid prototyping techniques in cranial reconstruction and preoperative planning in neurosurgery. *J Craniofac Surg* 2003; 14 (6): 899-914.
 25. Nagayama K., Yoshikawa G., Somekawa K., Kohno M., Hsegawa N., Sano K., Shiokawa Y., Saito I.: Cranioplasty using the patient's autogenous bone preserved by freezing - an examination of post-operative infection rates. *No Shinkei Geka* 2002; 30 (2): 165-169.
 26. Pompili A., Caroli F., Carpanese L., Caterino M., Raus L., Sestili G., Occhipinti E.: Cranioplasty performed with a new osteoconductive osteoinducing hydroxyapatite-derived material. *J Neurosurg* 1998; 89 (2): 236-242.
 27. Rovelli R.: Il risarcimento del danno alla persona. UTET, Torino, 1963.
 28. Wehmoller M., Eufinger H., Hassfeld S., Raczowsky J., Engel D., Weihe S.: Cadaver study: robot-assisted cranial resection and implantation of titanium plates. *Biomed Tech* 2002; 47 (Suppl. 1, Pt. 1): 19-21.
 29. Yap C., Macarthur D.C., Hope D.T.: "Mind the gap": resorption of a bone flap stored subcutaneously for 6 months. *Br J Neurosurg* 2002; 16 (5): 523-524.
 30. Zingale A., Albanese V.: Cryopreservation of autogenous bone flap in cranial surgical practice: what is the future? A grade B and evidence level 4 meta-analytic study. *J Neurosurg Sci* 2004; 47 (3): 137-139.

Notizie

■ Rassegna stampa: cranioplastiche che fanno notizia

In campo sanitario, forse più di ogni altro, i mass-media riescono ad attrarre attenzione e, spesso, aspettative sulla maggioranza dei cittadini.

La divulgazione di notizie a carattere sanitario riveste quindi un ruolo essenziale e, per questo, deve avere i crismi della correttezza scientifica. Può fare più danni una notizia giornalistica ad ampia diffusione che uno svarione su una rivista medica, sebbene ad impact factor di tutto rispetto.

Anche le applicazioni innovative dell'idrossiapatite a porosità variabile nella realizzazione di cranioplastiche su misura non sfugge a questa logica. Chi più chi meno, tutti i Centri che hanno impiantato per la prima volta un manufatto in idrossiapatite a porosità controllata attraverso un progetto personalizzato partendo da una ricostruzione 3D del cranio, hanno ritenuto opportuno coinvolgere la stampa afferente al proprio territorio per darne debita risonanza. Questo sia al fine di informare la popolazione di un avanzamento tecnico-sanitario che migliora notevolmente i risultati fino ad allora ottenuti con i metodi tradizionali, sia per appagare un piccolo peccato di vanità ed avere un seppur minimo ritorno di carattere personale.

D'altra parte, come non essere minimamente orgogliosi di questo progetto "*Custom Bone Service*", nato e sviluppato in Italia, che sta per essere esportato nel resto d'Europa e del mondo?

Il riconoscimento da parte dei mass-media dell'importanza di questa nuova applicazione clinica ha forse trovato il suo più ampio palcoscenico nella trasmissione televisiva "*TeleCamere*", condotta da Anna La Rosa, del 24 ottobre 2004. Ospiti in studio il Ministro della Salute, Girolamo Sirchia ed il rappresen-

tante italiano dell'Organizzazione Mondiale della Sanità per la Neurotraumatologia, Franco Servadei. Quest'ultimo anche nella veste di promotore delle prime applicazioni cliniche di questo tipo di tecnologia nello specifico settore cranico.

La conduttrice, chiedeva: "Ministro, l'esperienza del progetto "teche craniche" è un fiore all'occhiello per l'Italia...". Sirchia, così rispondeva: "Sono diverse le lezioni che possiamo imparare da questa storia. C'è la collaborazione fra pubblico e privato, c'è il fatto che mettendo specialisti diversi a lavorare insieme si ottengono risultati che il singolo non otterrebbe mai. Cose che in Italia sono ancora rare".

Infatti, come racconta Serena Bortone, sul sito internet di Rai Tre: "Questa è una bella storia italiana. La storia affascinante del percorso della scienza. La storia di una ceramica che grazie alle biotecnologie si trasforma in un osso umano. Per raccontarla andiamo a Faenza, patria delle ceramiche fin dal Rinascimento. Qui c'è un centro di ricerca del CNR dedicato ai materiali ceramici in vari settori: elettronica, aerospaziale, meccanica, biomedicale. Questi laboratori sono collegati ad un'azienda che finanzia e realizza la ricerca di base e la fa diventare realtà. Un modello di come pubblico e privato possono e devono interagire. Partiamo dall'inizio, dalla ricerca sull'apatite, un calciofosfato che è presente nelle ossa e che ha una struttura capace di ospitare molti atomi sostituenti. Opportunamente trattata, l'apatite si comporta come un osso: si rigenera. In tempi brevissimi, sei mesi, un anno. Le applicazioni sono sorprendenti e variano a seconda del livello di porosità dell'apatite. Possono arrivare a sostituire ossa lunghe diversi centimetri, rac-

Corrispondenza: Redazione Rivista Medica, new Magazine edizioni, via dei Mille 69, 38100, Trento, e-mail: newmagazine@tin.it, www.newmagazine.it

Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 215-217.

Articolo ricevuto in redazione in data 2 aprile 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

chiudere medicine per curare localmente tumori o infezioni, riparare difetti cranici. È nato così il progetto delle teche craniche, protesi che si integrano con l'osso senza rischi di rigetto e che servono per ricostruire le parti mancanti del cranio, in seguito a traumi, tumori, aneurismi e malformazioni congenite. Patologie che colpiscono circa 1000 nuovi casi l'anno. Un brevetto tutto italiano, nato per rispondere alle domande dei clinici: la ricerca è diventata realtà."⁽¹⁾

La ricaduta clinica di simili esperienze ha portato l'Italia a fungere da battistrada per i Colleghi europei. E, puntualmente, i mass-media hanno riportato la notizia che un primo gruppo di neurochirurghi europei è stato ospite di un centro italiano per vedere con i propri occhi l'inserzione di questi manufatti in idrossiapatite. Patrizia Disnan, su *"Il Gazzettino"*, il 13 ottobre 2004, a proposito dell'utilizzo di cranioplastiche su misura in idrossiapatite sosteneva che "I risultati che si è in grado di ottenere sono ritenuti così interessanti da aver richiamato neurochirurghi stranieri da Olanda, Spagna e Grecia, al primo International Expert Panel teorico pratico organizzato dal primario Miran Skrap. La metodica in questione riguarda la ricostruzione cranica mediante dispositivi su misura in idrossiapatite porosa. Nel febbraio scorso, per la prima volta in regione, l'equipe dell'Ospedale di alta specialità compì i primi tre interventi di posizionamento di protesi craniche in idrossiapatite porosa, una bioceramica, materiale sintetico, ma che costituisce una componente naturale dell'osso. [...] L'idrossiapatite presenta dei pori che vengono colonizzati dalle cellule umane che producono l'osso ed è prodotta a Faenza. Il progetto è seguito con attenzione dal CNR e la casistica iniziale maggiore è detenuta proprio da Cesena. La precisione consentita, ben diversa da quella dei rimedi utilizzati in precedenza, è millimetrica. Il paziente viene studiato con una TAC a strati sottili, si realizza un modello in tre dimensioni del cranio e un prototipo che deve avere l'OK del chirurgo per arrivare alla protesi finale che riproduce perfettamente il settore che contiene la lacuna da ricoprire. "Scopo dell'iniziativa era quella di illustrare dal vivo ai neurochirurghi stranieri la tecnica chirurgica di ricostruzione cranioplastica messa a punto da una società del polo bioceramico di Faenza e in procinto di essere estesa in Europa" spiega il dottor Bruno Zanotti. Dopo una parte introduttiva in sala conferenze venerdì scorso sono stati realizzati tre interventi chirurgici su persone che presentavano problemi dovuti a traumi o di natura post-chirurgica. Erano presenti Henk Bijvoet, Shirley Resida e Aeter Van Roon

(olandesi), Roser Garcia e Eugenio Ferrari (spagnoli), Michel Koutzoglou e Kostas Vlachos (greci), coordinati dagli italiani Angelo Nataloni e Daniele Pressato. I neurochirurghi si sono alternati in sala operatoria o hanno potuto seguire le varie fasi degli interventi chirurgici direttamente in videoconferenza."⁽²⁾

Sebbene la televisione porti ad un'ampia cassa di risonanza ed i quotidiani enfatizzino la notizia di cronaca, i periodici scientifici ad ampia diffusione di massa, quali *"Le Scienze"*, sono garanzia che la notizia non sia fondata solo sul sensazionalismo. Già nel fascicolo di marzo del 2001 il mensile esprimeva esaurientemente delle potenzialità dell'idrossiapatite porosa. Angelo Nataloni, medico e responsabile per la ricerca applicativa e l'informazione scientifica presso la Fin-Ceramica di Faenza, intervistato da Nicola Miglino, in poche righe sintetizzava sia il razionale sia la funzione di questo materiale: "La caratteristica di questi componenti di sintesi a base di idrossiapatite è la porosità, del tutto simile a quella ossea. Tale porosità, assieme ad una dimensione controllata del diametro dei pori, consente l'osteogenesi e la penetrazione di nuovo tessuto, favorite dall'azione rimodellante di osteoclasti e osteoblasti, ovvero proprio di quelle cellule deputate fisiologicamente alla produzione d'osso. Gli studi fin qui condotti hanno confermato l'importanza di questa proprietà morfologica per la crescita del tessuto, l'eliminazione di cicatrici e l'inibizione di risposte indesiderate del corpo ceramico alla fissazione ossea. Infatti, in natura è proprio la cosiddetta porosità interconnessa, ovvero la perfetta interazione tra micro- e macropori, che consente la rigenerazione ossea."⁽³⁾

Dunque, un percorso virtuoso, partito da una intuizione in laboratorio, che è divenuta realtà ed è approdata alla clinica in poco tempo.

In un settore sicuramente banale nell'abito della complessità degli atti neurochirurgici, ma non per chi lo riceve se serve, come dice la Disnan, "per ricostruire il cranio a chi, a causa di malattia o incidenti, si trova a fare i conti con evidenti affossamenti della testa tali da avere ripercussioni anche sulla vita sociale"⁽²⁾.

Angelo Gaccione
Scrittore, Milano

□ BIBLIOGRAFIA

1. Bortone S.: Teche craniche, ricambi per il cervello. www.telecamere.rai.it/salute/041024s1.html [rilevato il 20 marzo 2005].

2. Disnan P.: Un “know how”friulano per i medici europei. Il Gazzettino, 13 ottobre 2004.
3. Miglino N.: La fabbrica dell’osso. Le Scienze 2001; 391: 70-72.

Conclusioni

□ La cranioplastica: presente e futuro

Le cranioplastiche rivestono un ruolo importante nell'ambito della neurochirurgia ricostruttiva e questo perché assolvono a compiti che vanno ben oltre la semplice funzione cosmetica o protettiva nei confronti delle strutture endocraniche.

Infatti, vi sono evidenze che la cranioplastica:

- normalizza la perfusione cerebrale, precedentemente alterata nel lato non coperto dell'encefalo,
- favorisce il ripristino del regolare flusso liquorale,
- riequilibra i rapporti pressori fra le masse tissutali intracraniche.

Tutto questo porterebbe ad una accelerazione dei processi di recupero funzionale encefalico con ripercussioni positive sulla vita di relazione.

La cranioplastica si configura, quindi, come una vera e propria terapia.

Giustificato appare allora l'interesse per trovare il materiale più idoneo a coprire le cranioleucunie.

L'elevata incidenza dei traumi dovuti al traffico o alle guerre, nonché l'estensione delle indicazioni agli interventi neurochirurgici a livello cranico, costituiscono l'inevitabile spinta per la ricerca e la sperimentazione di nuove applicazioni nell'ambito delle cranioplastiche.

Questo fascicolo rappresenta solo una breve puntualizzazione su un aspetto della ricerca delle biotecnologie applicate alla medicina.

La strada è tracciata, ma non siamo ancora al traguardo. Gli impianti del futuro dovranno avere capacità non solo osteoconduttive, ma anche osteoinduttive. Vale a dire che le protesi dovranno essere impregnate di proteine morfogenetiche osteoinducibili che porteranno le cellule mesenchimali indifferenziate a trasformarsi in cellule osteoprogenitrici.

Mentre l'osteokonduzione favorisce la migrazione delle cellule ossee dai bordi craniectomici al nuovo impianto protesico, l'osteoinduzione dovrebbe portare ad una vera e propria rigenerazione ossea ab intrinseco. Non si può non concordare con A. Sanan e S. Haines (*Neurosurgery* 1997; 40: 588-603) quando affermano che "The implant of the future will provide immediate protection to the cranium, be aesthetically perfect, and be both osteoconductive and osteoinductive."

Miran Skrap

Direttore della Struttura Operativa Complessa di Neurochirurgia,
Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Udine

Corrispondenza: Dott. Miran Skrap, S.O.C. di Neurochirurgia, Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia", Piazzale S. Maria della Misericordia, 33100 Udine, tel. 0432-552701, e-mail: skrap@aoud.sanita.fvg.it, www.neurochirurgia-udine.it
Rivista Medica 2005; 11 (3-4): 219.

Articolo ricevuto in redazione in data 11 maggio 2005. Copyright © 2005 by new Magazine edizioni s.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italia. Tutti i diritti riservati. Indexed in EMBASE/Excerpta Medica. www.rivistamedica.it

EDITORE - PUBLISHER

new MAGAZINE S.r.l., via dei Mille 69, 38100 Trento, Italy

DIREZIONE, REDAZIONE, PUBBLICITÀ - MANAGING EDITOR, ADVERTISING

new MAGAZINE edizioni, viale Rovereto 51, 38100 Trento, Italy

STAMPA - PRESS

Nuove Arti Grafiche Scarl "Artigianelli", Località Ghiaie 166, Gardolo (TN) 38014, Italy

COMITATO REDAZIONALE - EDITORIAL STAFF

DIRETTORE RESPONSABILE - EDITOR-IN-CHIEF

Bruno Zanotti

REDAZIONE - EDITOR

Angela Verlicchi

SEGRETERIA EDITORIALE - EDITING ASSISTANTS

Roberto Adami, Ida Marchi, Carla Zanotti

CONSULENTI - EDITORIAL ADVISORS

Gian Pio Adami, Giovanni Barillari, Francesco Crosato,
Francesco Lupidi, Mario Morea, Angelo Nataloni, Mauro Senter

© Copyright 2005 by new MAGAZINE s.r.l.

Tutti i diritti sono riservati.

Nessuna parte può essere riprodotta in alcun modo senza il permesso scritto dell'Editore.

Autorizzazione del Tribunale di Trento del 18.01.96 - Iscrizione Registro della Stampa al n. 886 - Trimestrale.

Il materiale ricevuto anche se non pubblicato non verrà restituito. Il contenuto degli articoli pubblicati non rispecchia necessariamente la posizione della rivista. Gli Autori scrivono e sviluppano liberamente le proprie opinioni delle quali assumono ogni responsabilità legale e morale.

Gli Autori, i Curatori e l'Editore hanno posto particolare attenzione affinché, in base alle recenti conoscenze mediche, procedure, farmaci e dosaggi siano riportati correttamente. Declinano, comunque, ogni responsabilità sul loro uso e consigliano di consultare le note informative delle Industrie produttrici ed i dati della letteratura. I riferimenti legislativi sono stati controllati, ma il rimando alle pubblicazioni ufficiali è d'obbligo.

Questa pubblicazione è inclusa e indicizzata in EMBASE / Excerpta Medica.

Il periodico è letto da "L'Eco della Stampa", Milano.

La rivista è stampata su carta ecologica che non contiene acidi, cloro ed imbiancante ottico.

Numero singolo: 10 euro

Abbonamento annuale: 20 euro

© Copyright 2005 by new MAGAZINE s.r.l.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without written permission of the copyright holder.

Authorized by the Tribunale di Trento, 18.01.96 - Subscription Registration, n. 886 - Trimester.

Published and/or unpublished submission material will not be returned to Authors. The data and opinions appearing in the articles and advertisements herein are the sole responsibility of the Author or advertiser concerned. Accordingly, the Publisher, the Editors and their respective employees accept no responsibility or liability for any inaccurate or misleading data, opinion, or statement.

The Authors and Editors have made every effort to ensure the accuracy of the information contained in this journal, particularly with regard to procedure, drug selection and dose. However, appropriate information sources including pharmaceutical producers and referenced material should be consulted, especially for drugs and/or procedures.

This publication is screened and indexed in EMBASE / Excerpta Medica.

This publication is reviewed by "L'Eco della Stampa", Milano, Italy.

This publication was printed on ecological paper which does not contain acids, chlorine, or bleach.

Single issue: 10 euro

Annual subscription: 20 euro

NEW MAGAZINE EDIZIONI

NEW MAGAZINE EDIZIONI

NEW MAGAZINE EDIZIONI

NEW MAGAZINE EDIZIONI



NEW MAGAZINE EDIZIONI

new MAGAZINE edizioni

Via dei Mille 69 - 38100 Trento - Italy
e-mail: newmagazine@tin.it

www.newmagazine.it
www.rivistamedica.it

La new MAGAZINE pubblica monografie scientifiche, atti di convegni, raccolte di abstracts,
cataloghi culturali, riviste e manuali tecnici a distribuzione internazionale

*Per i vostri articoli, per i lavori e le pubblicazioni congressuali
contattate la redazione scientifica*

