Trimestrale di scienze e filosofia in collaborazione con Libera Università di Neuroscienze Anemos

neuroscienze Anemos

trimestrale di scienze cognitive, psicologia clinica e filosofia della mente

Dicembre 2011 ♦ anno I - numero 4

L'UOMO OLTRE L'UOMO

protesi del corpo e protesi della mente

Nuovi spazi di immaginazione, tecnologie e visioni dell'essere umano che cambieranno il nostro rapporto con il mondo

ADHD e disturbi relazionali

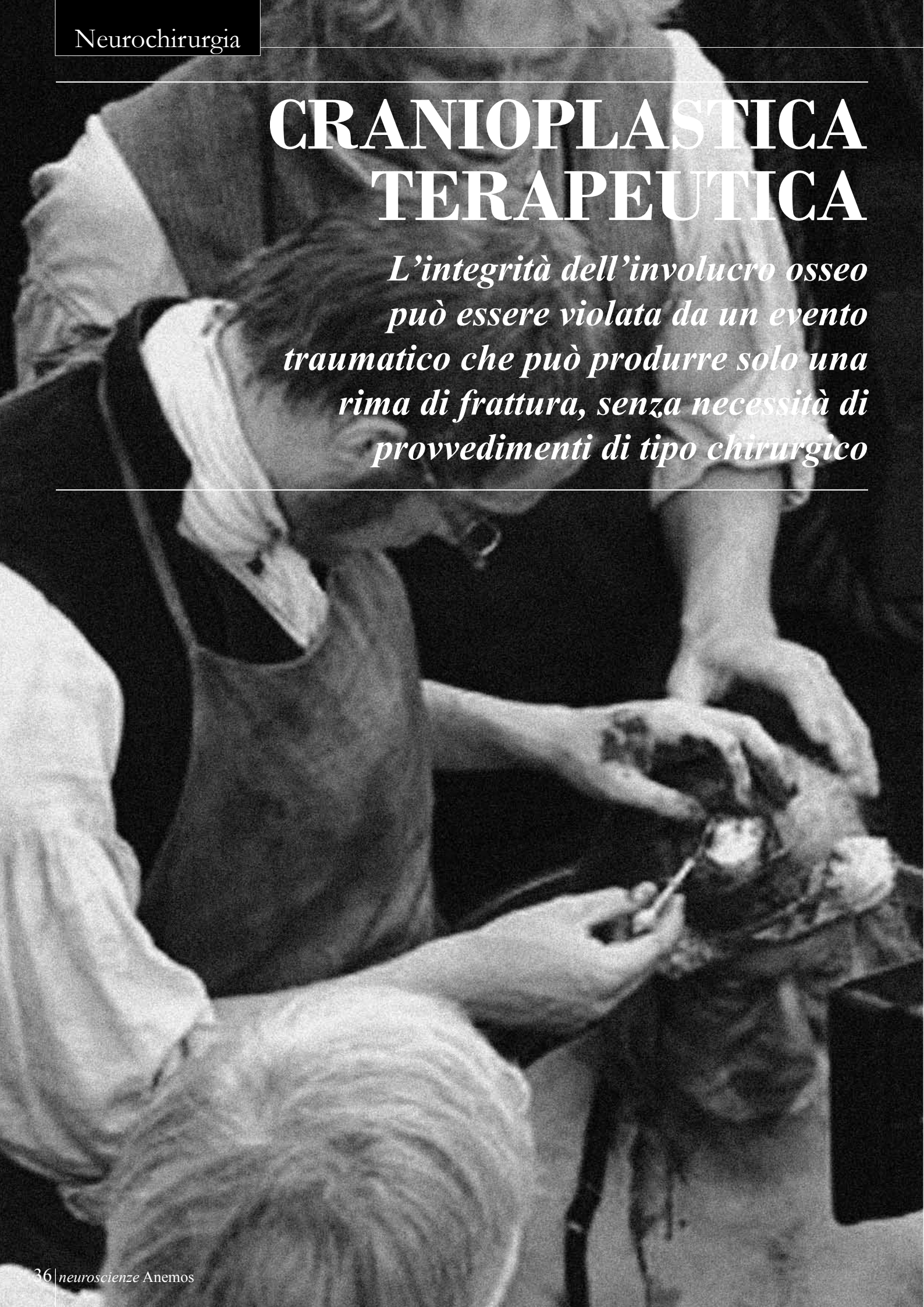
Bambini con scarsa cura dei dettagli, che non seguono le istruzioni, che hanno difficoltà ad organizzarsi, che evitano attività molto complesse come i compiti.

Il post-umano

L'uomo di domani tra nuovi bisogni e retaggi di animalità, tra protesi e pregiudizi culturali.

CRANIOPLASTICA TERAPEUTICA

L'integrità dell'involucro osseo può essere violata da un evento traumatico che può produrre solo una rima di frattura, senza necessità di provvedimenti di tipo chirurgico



CONTENUTI

Dopo aver preso in considerazione il concetto di protesi in un significato molto ampio, in alcuni casi persino metaforico e con profonde valenze filosofiche, ritorniamo al suo significato originario. Il presente contributo tratta di protesi in ambito neurochirurgico e nello specifico di cranioplastica.

SOMMARIO

Introduzione. Questione di tempo. Non solo estetica. I materiali. La procedura. L'evoluzione. Da sapere.

di B. Zanotti, A. Verlicchi, P.C. Parodi

Introduzione. La scatola cranica ha sostanzialmente una funzione protettiva verso il suo ben più nobile contenuto: l'encefalo.
Tutti noi percepiamo che l'integrità dell'involucro osseo può essere violata da un evento traumatico che può produrre solo una rima di frattura, senza necessità di provvedimenti di tipo chirurgico, oppure una frammentazione ossea con possibilità che alcune spicule di tessuto affondino verso il foglietto durale o anche oltre. In questo caso l'intervento chirurgico di toilette è d'obbligo.
Ma vi sono altri casi dove, volutamente, la scatola cranica viene posta in ampia comunicazione con l'esterno: nei casi di edema post-traumatico o di rigonfiamento cerebrale intrattabile dopo insulto ischemico massivo, soprattutto se interessa l'arteria cerebrale media. Nell'uno o nell'altro caso è il chirurgo che asporta da un lato i frammenti ossei e dall'altro realizza un'ampia craniectomia temporanea che solitamente coinvolge l'area frontale bilateralmente o l'emicranio di un lato o di ambedue i lati.
Va rammentato che non vi è ancora consenso unanime per questo tipo di trattamenti. Per quanto riguarda la craniectomia decompressiva nei casi di grave edema post-traumatico, con ipertensione endocranica non responsiva al trattamento medico, una *Cochrane review* del 2006 la giustifica solo nei bambini ed evidenzia la mancanza di trial randomizzati con casi controllo per gli adulti. Trial che sono già in atto sia in Europa (RESCUEicp) che in Australia (DECRA). L'European Brain Injury Consortium (EBIC) e la National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) la raccomandano come un'opzione in casi selezionati. Anche la North American Brain Trauma Fondation indica che dovrebbe essere procedura di scelta in appropriati contesti. Comunque, dal momento che l'uso di questa metodica è già indicato per l'edema negli stroke ischemici massivi (linee guida dell'European Stroke Organization (ESO), raccomandazione di classe I, livello A), il suo uso routinario nel trauma cranico è probabilmente solo questione di tempo.
La craniectomia derivata da toilette nei casi di affondamento spesso non permette una ricomposizione dei frammenti ossei che, quindi, vengono eliminati. Nel caso invece di interventi di decompressione cranica (post-traumatica o postischemica), l'opercolo osseo può essere crioconservato nelle cosiddette "banche dell'osso". La pratica di conservare l'osso in una tasca del grasso addominale del paziente stesso dovrebbe essere abbandonata per almeno tre ragioni: è in contrasto con la normativa (DL 6 novembre 2007, n. 191 "Attuazione della direttiva 2004/23/CE sulla definizione delle norme di qualità e di sicurezza per la donazione, l'approvvigionamento, il controllo, la lavorazione, la conservazione, lo stoccaggio e la distribuzione di tessuti e cellule umani".); tale metodo di conservazione favorisce il riassorbimento osseo rimpicciolendo progressivamente l'opercolo fino a renderlo inservibile e, da ultimo, aggiunge morbilità locale, oltre ad una cicatrice deturpante a livello addominale.

Questione di tempo. Si è visto che la lacuna cranica, specie se di grandi dimensioni, può creare dei danni encefalici che vanno a sommarsi a quelli già realizzati dal trauma o dall'insulto ischemico e che gli studiosi hanno classificato in almeno due sindromi: la "sindrome del trapanato cranico" (cefalee, attacchi epilettici, vertigini e alterazioni del tono dell'umore, ecc.) e la "sindrome del lembo cutaneo affossato" (prevalentemente deficit cognitivi e motori). Tali sindromi possono regredire dopo l'apposizione della cranioplastica. Quest'ultima, secondo alcuni, avrebbe anche la possibilità di riequilibrare il flusso del liquor in quei casi dove vi è la tendenza ad un idrocefalo (accumulo patologico di liquor) subclinico e a ridurre la frequenza e l'intensità delle crisi epilettiche.
Per questo si è orientati a consigliare che la cranioplastica venga realizzata entro quattro settimane dall'evento acuto.

Non solo estetica. Comunemente è facile pensare che la cranioplastica venga realizzata per fini puramente estetici, ma ciò è quanto di più forviante si possa sostenere.
Restituire una chiusura ermetica rigida alla scatola cranica fa sì che si ri- ▶

Immagine a fianco tratta dal film "Master and Commander" (2003), per la regia di Peter Weil. L'immagine mostra l'intervento di cranioplastica, con una moneta, da parte del chirurgo di bordo Stephen Maturin.

◀ stabiliscano alcune funzioni essenziali quali:
- protezione del suo contenuto, l'encefalo;
- riequilibrio dei comparti pressori con miglior reologia sia del liquor sia del sangue;
- favorire il recupero funzionale (cognitivo e motorio);
- prevenire o far regredire le sindromi del lembo affossato e del trapanato cranico nell'area del muscolo temporale, permettere la ricollocazione funzionale del muscolo che altrimenti sarebbe a contatto diretto con la sottostante dura.

Quindi, il trattamento con cranioplastica di una craniolacunia è da intendersi come provvedimento terapeutico primario, sia curativo sia preventivo. La *restitutio ad integrum* deve essere vista come un diritto sancito dal Servizio Sanitario Nazionale. Non solo, il fatto di favorire il possibile recupero funzionale, dopo cranioplastica, dovrebbe interessare anche il settore previdenziale e assicurativo in quanto potrebbe far risparmiare in prestazioni sanitarie aggiuntive e premi liquidati.

I materiali. L'osso autologo (prelevato dal paziente stesso) crioconservato nelle banche dell'osso è il materiale maggiormente usato. Seppure motivata da apparente risparmio economico e dal maggior biomimetismo (un materiale biomimetico è un materiale che mima un sistema biologico nelle sue proprietà), questa scelta pe non è sempre possibile o vantaggiosa (circa il 25-30% degli opercoli ossei va incontro ad un riassorbimento asettico nel volgere di pochi mesi o anni, costringendo così il paziente ad un nuovo intervento chirurgico).

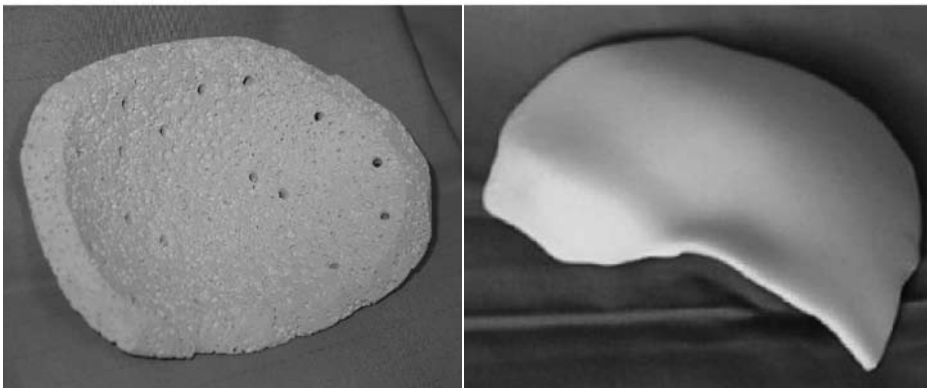


FIGURA 4.1 - A sinistra, cranioplastica in idrossiapatite porosa (HA) realizzata su misura. A destra, cranioplastica in polimetilmetacrilato (PMMA) realizzata su misura.

Se la scelta è verso un materiale sintetico, la protesi cranica deve essere realizzata su misura (*custom made*). Infatti, non dovrebbe essere più accettata la modalità di modellazione "a banco", da realizzarsi in sala operatoria, se non in casi particolarissimi: quando la spettanza di vita è brevissima o quando lasciare la craniolacunia, seppure per un breve periodo in attesa della cranioplastica su misura, rappresenta un rischio reale per il paziente. La cranioplastica ritenuta ideale deve inoltre possedere spiccate proprietà biomimetiche (biointerazione, biointegrazione e biostimolazione con l'osso). In questo senso, attualmente, il materiale più idoneo è l'idrossiapatite (HA), che ha, comunque, lo svantaggio di essere inizialmente fragile. Alle volte, però, bisogna privilegiare la resistenza meccanica primaria, seppure in un contesto di biocompatibilità. In questi casi il materiale di riferimento è allora il polimetilmetacrilato (PMMA), che, rispetto all'HA, ha una resistenza alla compressione e alla flessione circa dieci volte maggiore e un'elasticità quasi doppia. Infatti, l'HA assomiglia molto di più all'osso spongioso, mentre il PMMA è più simile all'osso corticale.

L'HA è un bioceramico (ossia un ceramico di uso biologico) di sintesi che mostra la stessa formulazione chimica dei microcristalli ossei e di conseguenza ha lo stesso rapporto Calcio/Fosforo presente nei tessuti ossei. L'HA "porosa" permette la crescita al suo interno del tessuto osteo-fibroso (osteoconduttività) e quindi la saldatura al tessuto osseo circostante. Infatti, l'osteoconduttività è direttamente proporzionale alla porosità, che può variare in termini di grandezza e numero dei pori e di tipologia di interconnessione. Maggiore è il grado di interconnessione e porosità e migliore risulta l'osteoconduttività.

La sperimentazione dell'HA, quale materiale per le cranioplastiche su misura, nasce dalla ricerca tutta italiana. È la Fin-Ceramica di Faenza, nata come spin-off dell'Istituto di Scienze e Tecnologia dei materiali ceramici del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), che ha messo a punto la procedura e che l'ha fatta conoscere non solo in Italia, ma anche esportata in tutta Europa ed ora anche in Sud Africa, nel Medio Oriente e in Canada.

Il PMMA è una materia plastica, forse più nota con il nome commerciale di Plexiglas, formata da polimeri del metacrilato di metile, estere dell'acido metacrilico. È un materiale conosciuto da moltissimi anni, in quanto fu sviluppato nel 1928 in vari laboratori e immesso sul mercato nel 1933 dall'industria chimica tedesca Röhm.

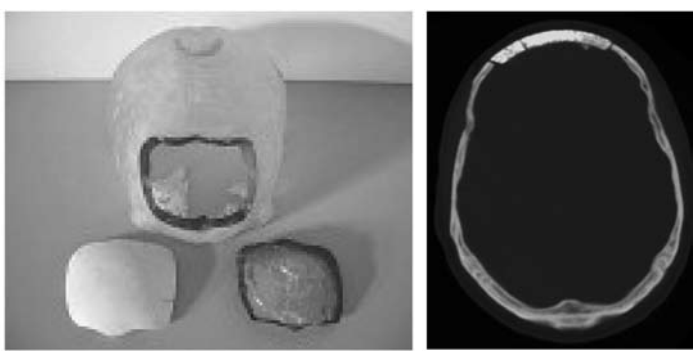


FIGURA 4.2 - Modello 3D del cranio ricavato dai dati TC del paziente con prototipo di cranioplastica su misura. A destra, controllo TC cranico dopo posizionamento di cranioplastica frontale su misura in HA.

Già nel 1940, dopo vari esperimenti sugli animali che non mostrarono particolari reazioni avverse, il PMMA veniva usato per le cranioplastiche.
Altri materiali sono usati nella progettazione di carnioplastiche (peek, caprolattone), ma, di fatto, sono abbastanza assimilabili alle caratteristiche del PMMA.

La procedura. L'iniziale acquisizione dei dati TC cranici del paziente, la realizzazione del modello 3D in resina e la successiva realizzazione della cranioplastica si avvalgono delle neuroimmagini.
In estrema sintesi gli step per giungere alla realizzazione di una cranioplastica su misura possono riassumersi così:
- il paziente viene sottoposto a TC cranica a strato sottile;
- le immagini DICOM vengono inviate al laboratorio di produzione della cranioplastica su misura;
- con processi CAD e CAM si crea il prototipo virtuale della protesi specifica per quella craniolacunia, tenendo conto della curvatura e dello spessore necessari per quel tipo di cranio;
- viene realizzata la ricostruzione tridimensionale (3D) del modello del cranio del paziente in resina in scala 1:1;
- il chirurgo valida la protesi proposta sul modello del cranio in resina;
- realizzazione della protesi definitiva;
- processo di sterilizzazione ed invio del manufatto alla sala operatoria;
- impianto della protesi da parte del chirurgo.

Allo stato attuale non si può prescindere da questa filiera computerizzata, che va dalla progettazione alla realizzazione dell'atto chirurgico, se si vuole ottenere il miglior risultato possibile.
Questo processo, che solitamente richiede più di un mese, in quanto condizionato da alcuni passaggi fisici di dati e materiali, sta per essere routinariamente ridotto fruendo di portali web dedicati che convogliano le immagini DICOM del paziente e restituiscono al chirurgo una modellazione 3D virtuale del cranio, da validare. Il chirurgo non solo può intervenire sul modello 3D della cranioplastica, ma interagisce direttamente con il tecnico di laboratorio, senza intermediazioni.
Si è calcolato che questa innovazione procedurale può far risparmiare circa il 30% di tempo sulla filiera di produzione, riducendo l'impegno in prestazione sia del chirurgo sia del tecnico di circa il 20%. L'utilizzo del web porta ad un risparmio di tempo e di forza lavoro, quindi di costi. Riducendo i tempi si va anche verso una maggior attenzione al paziente e alle sue esigenze.

L'evoluzione. Attualmente la cranioplastica su misura ha raggiunto dei traguardi impensabili solo fino a qualche anno fa, ma presenta ancora dei punti che permettono degli interessanti sviluppi.
Ad esempio, ingegnerizzazione della protesi in HA con fattori di crescita, al fine di favorire l'osteoinduzione ed accorciare i tempi di rimaneggiamento osseo, giungendo prima ad una resistenza secondaria valida. Sicuramente le staminali daranno un ulteriore impulso a rendere sempre più osteomimetici questi manufatti.

Da sapere. Chi rimane vittima di un accidente o subisce una procedura chirurgica che porta ad una craniolacunia deve essere consapevole che, allo stato attuale, è possibile la *restitutio ad integrum*, avvicinandosi grandemente alla situazione preesistente, fruendo della tecnologia per realizzare cranioplastiche *custom made*.
Mentre i più ritengono che tale procedura serva solo a fini estetici va ribadito il fatto che si tratta prevalentemente di una procedura "terapeutica", che va realizzata nel più breve tempo possibile. È quindi un diritto.
Chi avesse necessità di un impianto di protesi cranica è bene sia informato adeguatamente.
Conoscere le potenzialità delle cranioplastiche *custom made* è di estrema importanza e per questo, chi ne volesse sapere di più, può visitare il sito www.cranioplastica.it (info@cranioplastica.it), che parla diffusamente dell'argomento.♦

Bruno Zanotti. Neurologo e Neurochirurgo, attualmente dottorando di ricerca presso l'Università degli Studi di Udine. Segretario Nazionale della SNO (Scienze Neurologiche Ospedaliere). Direttore Scientifico della rivista "Topics in Medicine".

Angela Verlicchi. Neurologa, collabora con la Libera Università di Neuroscienze Anemos. Con Bruno Zanotti ha pubblicato la monografia *Il Coma & Co.* (400 pagg.) e ha curato il volume *Statovegetativo.it I limiti della medicina che salva* (560 pagg.). Direttore editoriale della New Magazine edizioni.

Pier Camillo Parodi. Direttore della Clinica di Chirurgia plastica e ricostruttiva dell'Università di Udine.

Indicazioni bibliografiche

Staffa G, Barbanera A, Faiola A, Fricia M, Limoni P, Mottaran R, Zanotti B, Stefini R. J. *Custom made bioceramic implants in complex and large cranial reconstruction: A two-year follow-up.* «Craniomaxillofac Surg.» 2011 Jun 2 (Epub ahead of print).
Cordaro ER, Calabrese S, Faini GP, Zanotti B, Verlicchi A, Parodi PC. *Method to thicken the scalp in calvarian reconstruction*. J «Craniofac Surg.» 2011 Mar;22(2):598-601.
La cranioplastica su misura in idrossiapatite porosa, «Rivista Medica» 2005, 11 (3-4): 121-219.