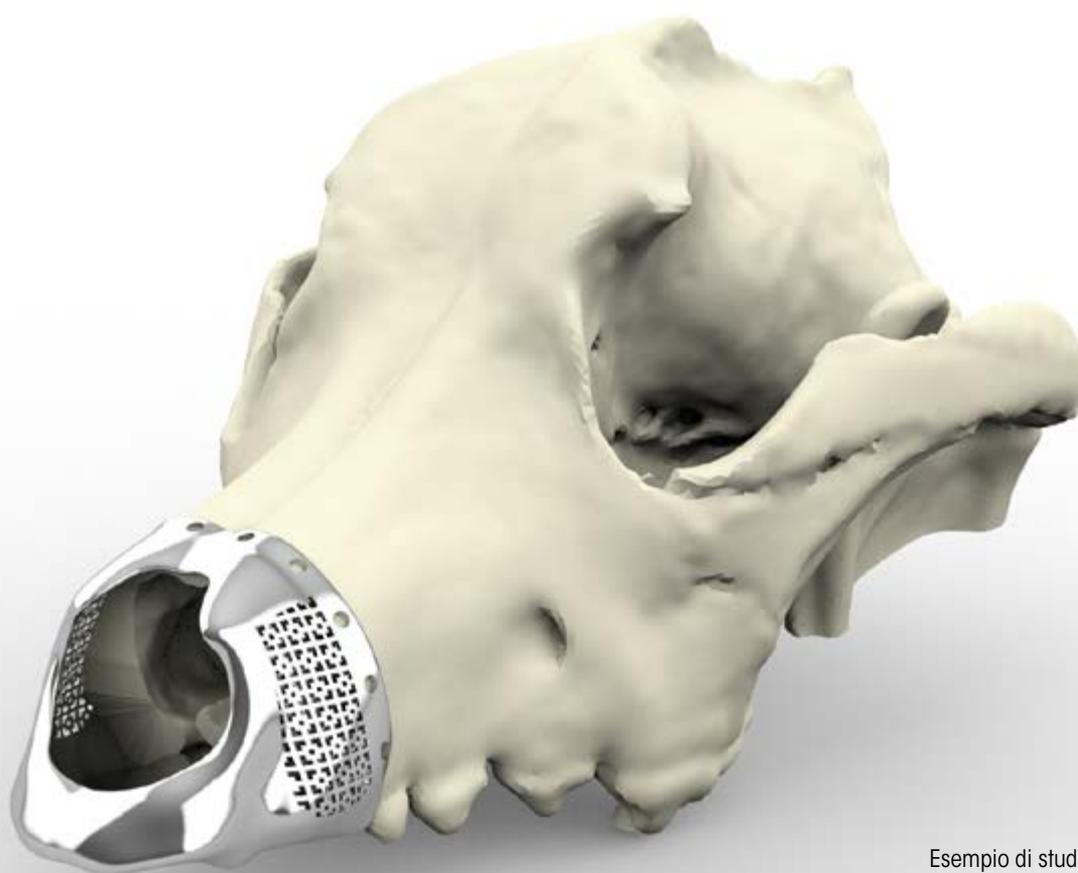


Dispositivi individuali protesici o prostetici

## Nuove tecnologie in CHIRURGIA MAXILLO-FACCIALE



Esempio di studio di impianto protesico *custom made*.

Foto: D. Decesari

Lo sviluppo e il successivo utilizzo di protesi e impianti *custom made*, stampati su misura per il singolo paziente, rappresentano il prossimo “golden standard” per la chirurgia maxillo-facciale in Medicina Veterinaria.

**N**egli ultimi anni, a seguito della diffusione della tomografia computerizzata, si è sviluppato un sempre maggiore interesse, anche nella Medicina Veterinaria,

verso quelle tecnologie ingegneristiche che permettono di creare un dispositivo individuale protesico o prostetico a partire dai files ottenuti con la TAC. In seguito a varie cause patologiche come tumori, traumi o fenomeni

degenerativi che coinvolgono le strutture ossee facciali, vengono eseguiti interventi chirurgici che comportano la rimozione di strutture ossee e la chiusura dei lembi con deficit funzionali di vario tipo, respiratori se coinvolte le strutture nasali e mascellari, masticatori ed occlusali nel caso di mandibulectomie ed interventi a carico dell'articolazione temporo-mandibolare. La possibilità di sostituire quelle strutture ossee rimosse con un dispositivo bio-compatibile *custom made*, realizzato quindi a partire dalle forme del paziente, rappresenta un traguardo della chirurgia maxillo-facciale.

### SELEZIONE DEI CASI

Attualmente l'utilizzo di queste tecniche per la realizzazione di protesi individuali per la rico-

# Formazione continua

struzione dei tessuti è agli albori in Medicina Veterinaria. Cominciano ad apparire alcuni studi per lo più su cadaveri per valutare principalmente le qualità meccaniche e di resistenza di queste protesi sulle strutture facciali dei cani o dei gatti, dato che gli studi di compatibilità sui tessuti viventi sono già numerosi e possono essere trasposti sui nostri pazienti. Qualche caso aneddotico viene descritto in Veterinaria con l'utilizzo di reti metalliche da sagomare e tagliare durante l'intervento; tutt'altra cosa è avere a disposizione un impianto custom made per il paziente specifico con delle guide (dime) per il taglio dei tessuti da rimuovere così che ci sia una perfetta allocazione della protesi a contatto dei tessuti vivi. Nella chirurgia maxillo-facciale del cane e del gatto abbiamo alcune condizioni che possono essere trattate attraverso l'utilizzo di queste tecniche. La traumatologia e l'oncologia chirurgica in particolare possono beneficiare di questi ausili non tanto per migliorare l'aspetto estetico che nei nostri animali è quasi sempre soddisfacente per il proprietario e quindi figuriamoci per l'animale, ma per quello funzionale. Ad esempio nelle mandibulectomie segmentali, nelle quali viene discontinuata la mandibola per un segmento del ramo, si ha una perdita di centralità dell'occlusione che genera disturbi all'animale nella prensione dell'alimento; ristabilire la continuità dei segmenti ossei è possibile attraverso l'utilizzo di questi impianti individuali. Una perdita di osso mascellare a seguito di un trauma o della rimozione di un tumore coinvolgente l'osso crea spesso all'animale la persistenza di una fistola oronasale; questo perché i tessuti molli hanno bisogno di una base ossea per la guarigione dei lembi, di conseguenza la mancanza di larghe porzioni di osso facciale comporta non solo problemi funzionali ma anche di guarigione dei tessuti molli. Le problematiche dell'articolazione temporo-mandibolare sia nel cane che nel gatto, causate da traumi o processi degenerativi vengono affrontate principalmente con la

resezione del condilo e della porzione ossea temporale dell'articolazione determinando una instabilità del ramo mandibolare ipsilaterale con conseguente deficit funzionale; anche qui la sostituzione protesica dell'articolazione risolverebbe l'instabilità articolare e la conseguente produzione di osteofiti che progressivamente generano un'anchilosi in occlusione con ridotta fino ad assente apertura della bocca.

## BIOMATERIALI UTILIZZATI PER GLI IMPIANTI

Per definizione i biomateriali sono sostanze utilizzate sui tessuti viventi per apposizione in grado di mantenere la forma e/o la funzione di tessuti ed organi. I metallici come acciaio e titanio hanno caratteristiche diverse in termini di biocompatibilità, l'acciaio ha caratteristiche di bio-tolleranza, una sottile membrana fibrosa si forma mantenendolo separato dall'osso; il titanio invece, molto utilizzato nelle tecniche di produzione additive di impianti protesici, è bio-inerte ovvero si integra con l'osso (osteointegrazione). Un altro materiale attualmente molto utilizzato nella stampa in 3D delle protesi è il PEEK (*polyether ether ketone*). Si tratta di un polimero con elevate proprietà termomeccaniche utilizzato prevalentemente nel settore aerospaziale e in quello medicale. È molto leggero, resistente, e la sua forma molecolare lo rende stabile a diverse temperature, a differenza dei metalli si presta alla realizzazione di forme libere complesse come curve o motivi fluidi. Tra i materiali termoplastici è quello con le migliori caratteristiche per l'uso biomedicale. Ovviamente la stampa in 3D di queste protesi ha delle complessità tecniche elevate, ma come vedremo più avanti, esse sono compatibili con lo studio e la realizzazione di interventi ricostruttivi in ambito orale e maxillo-facciale. Chi scrive ha il piacere di collaborare con l'AITA (Associazione Italiana Tecnologie Additive); si tratta di un gruppo di lavoro formato da ingegneri, medici, medici veterinari ed altre figure tecniche. Gli obiettivi del gruppo sono



Foto: G. Danzi

Resezione ossea per un tumore della regione incisiva; come si comprende dalle immagini, il pezzo stampato della foto nella pagina precedente potrebbe sostituire la struttura ossea resecata.

legati allo sviluppo di tecnologie innovative in grado di produrre impianti personalizzati utilizzando la stampa 3D di tipo additivo ovvero aggiungendo materiale nella stampa piuttosto che partire da un blocco che poi viene scolpito dalla stampante attraverso una sottrazione di materiale.

## PIANIFICAZIONE DEL TRATTAMENTO CHIRURGICO

Nella fase di preparazione della chirurgia è necessario stabilire un protocollo di lavoro che parte principalmente dallo studio della TAC, in questa fase è necessaria una sintonia di informazioni reciproche tra i chirurghi e gli ingegneri, i primi dovranno richiedere un impianto che possa essere compatibile con la funzione che si vuole ristabilire (prescrizione), è stato già accennato che gli impianti personalizzati sono utili in un ambito funzionale piuttosto che estetico in Medicina Veterinaria. Nello studio di fattibilità della chirurgia ricostruttiva è necessario considerare i tempi di produzione della protesi, questo aspetto è essenziale per una serie di motivi. Ad esempio nella chirurgia oncologica orale e maxillo-facciale le lesioni hanno generalmente una aggressività locale molto elevata e crescono rapidamente di di-

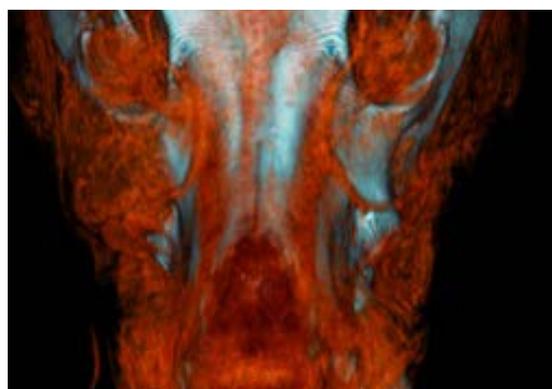


Foto: G. Danzi



Foto: G. Danzi



Foto: D. Decesari

Resezione di tumore mascellare progettata a partire da files della TAC sia per quanto riguarda la valutazione dei margini di resezione che per la realizzazione di una protesi in titanio custom made da giustapporre al paziente (simulazione).

# Formazione continua

mensioni anche nel giro di poche settimane, di conseguenza la realizzazione dell'impianto deve essere compatibile con una condizione patologica in rapido peggioramento, nei soggetti traumatizzati invece la condizione di incapacità funzionale e disagio va spesso affrontata in tempi molto rapidi, ciò limita le indicazioni terapeutiche per la realizzazione di questi impianti.

## CICLO DI PRODUZIONE DELL'IMPIANTO

Stiamo parlando di apparecchi "su misura" progettati in ambiente CAD e realizzati in titanio con tecnologia Fusion Laser, dove (in alcuni casi) viene aggiunta e stabilizzata meccanicamente una parte in PEEK. L'uso del PEEK è necessariamente utile, ad esempio, nelle protesi ATM (dell'articolazione temporo-mandibolare), dove, interponendosi tra la parte metallica e l'osso, impedisce a quest'ultimo di usarsi per contatto. I vantaggi di avere apparecchi custom made rispetto all'utilizzo degli stessi prodotti in serie sono già noti. Inoltre, l'esperto che necessita di questo tipo di apparecchio può intervenire attivamente nella sua realizzazione richiedendo ogni possibile modifica alle sue geometrie in fase di progettazione, al fine di ottenere un prodotto con notevole precisione applicativa e rispondente all'idea predefinita (vedere figura).

## REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento chirurgico prevede la resezione dei tessuti duri patologici in caso di tumori coinvolgenti l'osso e la sostituzione degli stessi con uno "scaffold" preformato, ovviamente il taglio dei tessuti duri non può essere realizzato in maniera approssimativa in quanto la protesi deve combaciare perfettamente con i margini ottenuti dalla

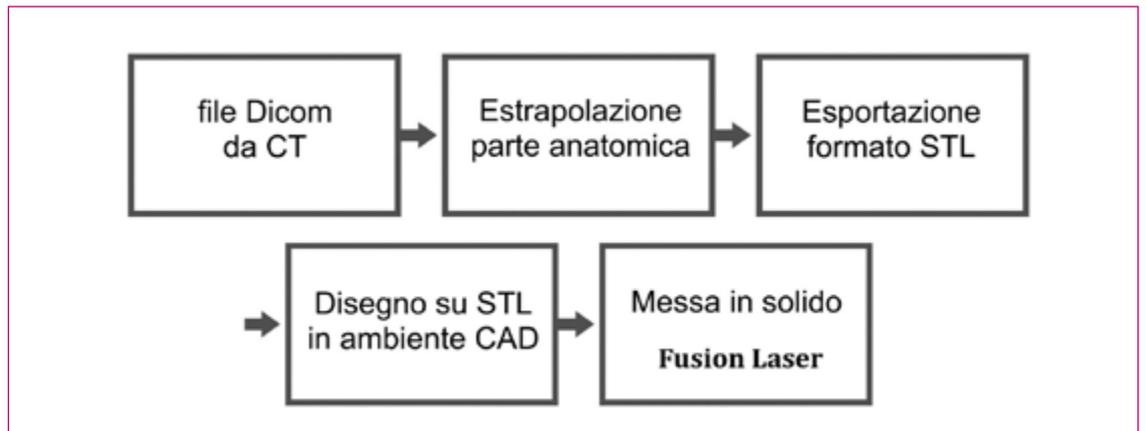


Figura. Ciclo di produzione degli impianti protesici. Da qualche anno, le macchine per il metallo non lavorano più per sinterizzazione, cioè diffusione di materiale tra una particella e l'altra di polvere mantenendo lo stato solido. Invece, effettuano una completa fusione, cioè passaggio del materiale dallo stato solido a quello liquido e successiva risolidificazione. Immagine gentile concessione ing. D. Decesari.



Addetto in fase di produzione su stampante (© Copyright Renishaw plc. Tutti i diritti riservati).



Pezzi medici vari (© Copyright Renishaw plc. Tutti i diritti riservati).

resezione chirurgica, a questo scopo vengono fornite delle dime (guide) per il taglio in modo che il taglio sia perfettamente accurato per l'allocatione della protesi. Va considerata anche la

necessità di ricoprire questi impianti con adeguati lembi dei tessuti molli limitrofi per i quali va calcolata una retrazione cicatriziale del 10/20% quindi essi devono essere sufficientemente ampi

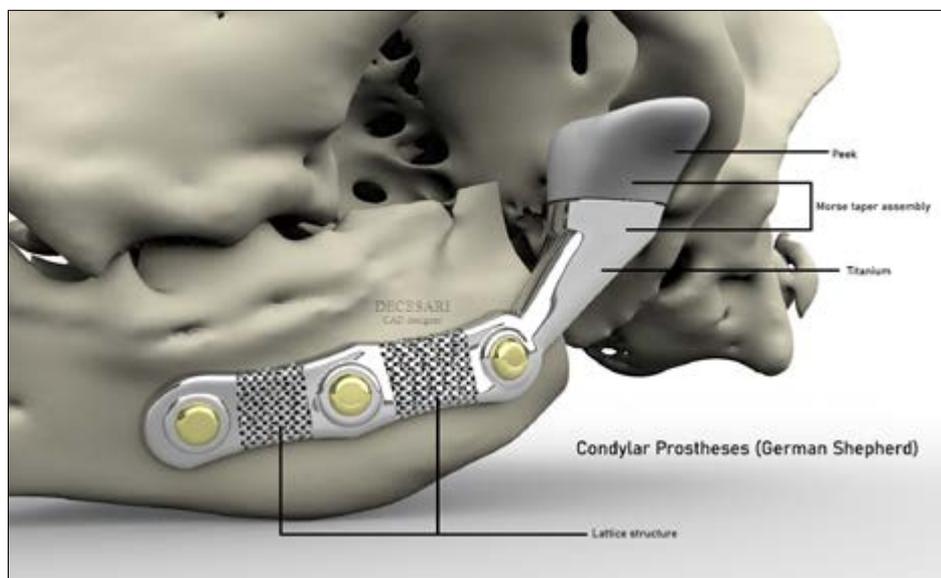


Foto: D. Decesari

Protesi TMJ (articolazione temporo-mandibolare) per un pastore tedesco stampata in titanio con superficie di contatto in PEEK per evitare il consumo dell'osso nel punto di cerniera.

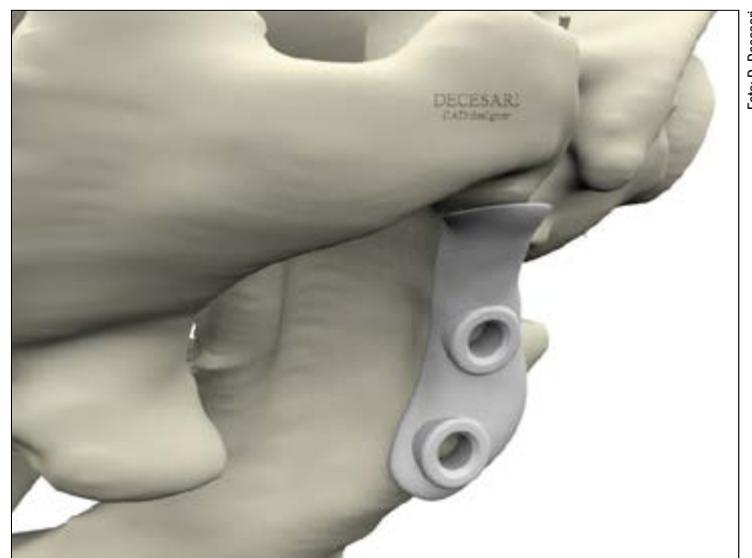


Foto: D. Decesari

Dima (surgical template) per il taglio dell'osso in modo preordinato così che la protesi possa essere allocata in modo esattamente conforme alle finalità dell'intervento.

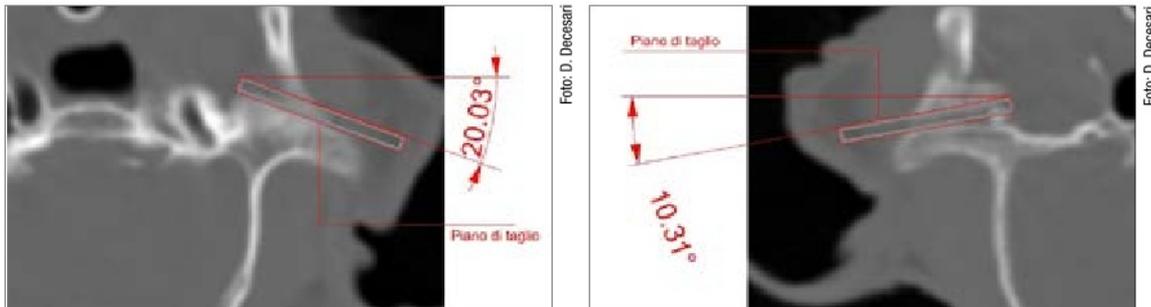
# Formazione continua

da non compromettere la chiusura dei tessuti e provocare deiscenze. Per quanto riguarda gli impianti individuali (ITP) per la stabilizzazione di fratture mandibolari vengono fornite ugualmente delle dime per poter preparare i fori che saranno attraversati dalle viti che assicureranno la tenuta degli stessi senza colpire radici di denti ed in modo che siano collocate nella migliore maniera possibile e comunque preordinata.

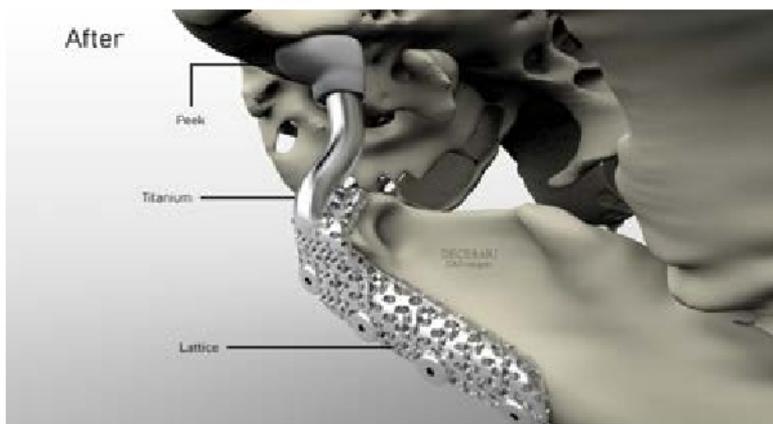
## CONCLUSIONI

Lo sviluppo e il successivo utilizzo di protesi ed impianti stampati su misura per il singolo paziente rappresentano il prossimo "golden standard" per la chirurgia maxillo-facciale in Medicina Veterinaria. Siamo attualmente in una fase di studio e di approfondimento di queste tecniche di produzione degli impianti che sono già utilizzate sull'uomo. Si tratta di estrapolare le conoscenze recentemente acquisite dalla medicina in un campo, quello della Veterinaria, che ha delle necessità specifiche e modalità di applicazione da valutare ancora con attenzione al fine di renderle effettivamente applicabili nella pratica specialistica di uso comune. |

Si ringraziano l'Ing. Davide Decesari e Renishaw plc.



Come si evince dalle foto ricavate dalla TAC, il taglio osseo viene individuato con precisione e le dime vengono preparate per eseguirlo sul paziente in modo corretto.



La foto CAD riproduce il modello protesico dell'articolazione temporo-mandibolare impiantato sul paziente felino.