

# Perdita di volume osseo nel mascellare posteriore

Roberto Di Lenarda, Federico Berton

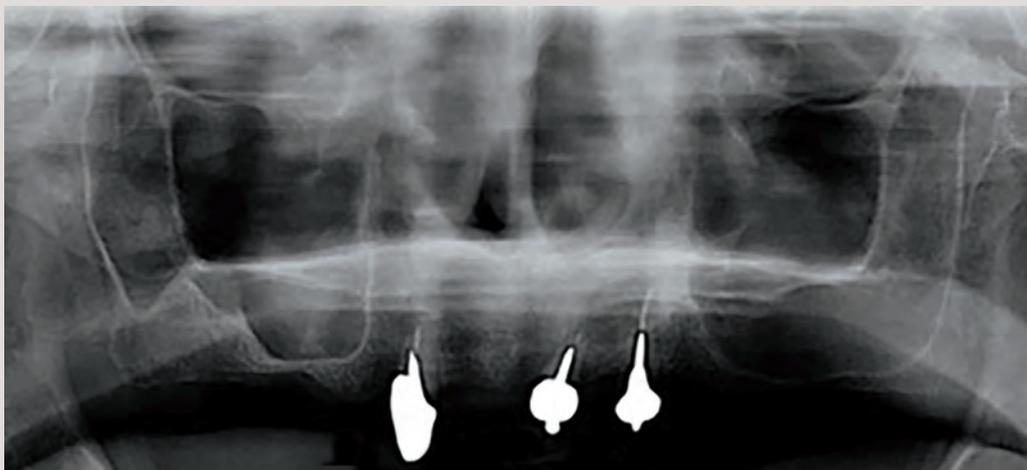
Una delle basi per il successo della chirurgia implantare è un'analisi preoperatoria dettagliata volta alla valutazione della situazione anatomica e dentale. Questa analisi include inevitabilmente diversi passaggi. Nel mascellare posteriore, una delle fasi più importanti è la valutazione tridimensionale della cresta edentula a livello dei potenziali siti implantari, poiché molto spesso il volume osseo residuo in quest'area è insufficiente per il posizionamento adeguato di impianti endo-ossei<sup>1,2</sup>.

## Riassorbimento della cresta alveolare

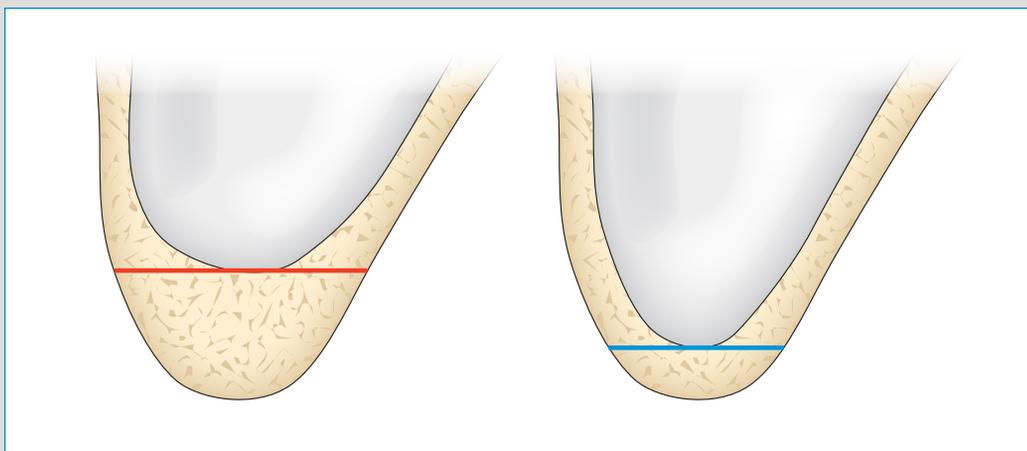
Le cause principali dell'atrofia del processo alveolare del mascellare posteriore possono essere ricondotte a una serie di eventi variamente combinati fra loro: 1) malattia parodontale; 2) eventi acuti; 3) manovre estrattive incongrue ed eccessivamente traumatiche; 4) rimodellamento osseo post-estrattivo; 5) pneumatizzazione sinusale; 6) pressione esercitata da protesi rimovibili sulle arcate edentule; 7) condizioni traumatiche o demolitive. Il riassorbimento post-estrattivo della cresta ossea

e la pneumatizzazione del seno mascellare rappresentano due fenomeni coesistenti, la cui combinazione può talvolta esitare in atrofie estreme (📷 1.1). Un riassorbimento prevalentemente verticale (caratteristico delle atrofie avanzate) rende sfavorevole il rapporto interarcata, con importanti problematiche sia funzionali sia estetiche, mentre la perdita della dimensione orizzontale della cresta ossea, oltre certi limiti, rende impossibile l'inserimento implantare convenzionale. Il riassorbimento orizzontale non interviene nel rapporto interarcata, ma agisce direttamente sullo spessore osseo residuo e indirettamente sull'altezza crestale residua. Va considerato, infatti, che i diametri trasversi del processo alveolare del mascellare tendono ad aumentare in senso caudo-craniale: è facile immaginare, quindi, come la pneumatizzazione del seno mascellare vada a interessare la porzione più ampia in senso trasversale, lasciando una cresta alveolare disponibile sempre più stretta e sottile (📷 1.2).

L'altezza della cresta alveolare residua sembra inoltre essere correlata con lo spessore delle pareti anteriore e laterale del seno mascellare, aspetto interessante nella valutazione preliminare all'ap-



**1.1** La combinazione fra il riassorbimento alveolare post-estrattivo e la pneumatizzazione del seno mascellare può portare a quadri di estrema atrofia nei settori posteriori del mascellare, con l'impossibilità di eseguire una riabilitazione implantoprotesica senza ricorrere a procedure rigenerative.



**1.2** Con il progredire in senso coronale della pneumatizzazione del seno mascellare, la cresta alveolare disponibile per il posizionamento implantare diminuisce non solo in altezza, ma anche in spessore.

proccio al seno mascellare. Uno studio radiografico condotto su oltre 140 tomografie computerizzate a fascio conico (CBCT) di mascellari posteriori edentuli ha messo in luce una correlazione inversa tra altezza della cresta ossea residua e spessore della parete del seno. In altre parole, al diminuire dell'altezza dell'osso alveolare disponibile, è presente uno spessore maggiore della parete laterale del seno mascellare che, inoltre, risulta più spessa se sono presenti elementi dentari adiacenti alla sella edentula atrofica<sup>3</sup>.

Il rimodellamento osseo post-estrattivo è un fenomeno che tende mediamente a compiersi in 3-4 mesi dopo l'estrazione dentaria<sup>4</sup>, sebbene la varia-

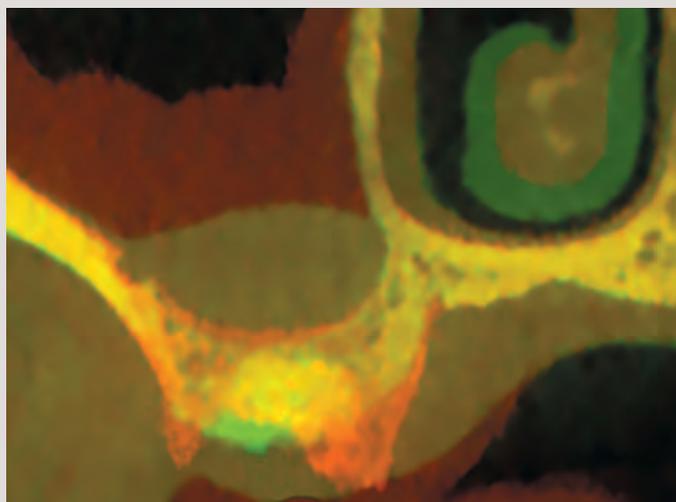
bilità individuale impatti notevolmente anche in questo processo. Uno studio di Trombelli e collaboratori<sup>5</sup> rileva come, dopo 6 mesi dall'estrazione, in alcuni casi il processo di rimodellamento osseo post-estrattivo non sia ancora completato. L'impatto di questo fenomeno sulle dimensioni della cresta edentula al termine del processo di guarigione è molto significativo: Schropp e collaboratori<sup>6</sup>, analizzando siti post-estrattivi di molari mascellari e mandibolari, hanno dimostrato che entro 12 mesi dall'estrazione il 50% della dimensione orizzontale originaria della cresta alveolare viene perduto: il 60% di questo riassorbimento ha luogo nei primi 3 mesi dopo l'estrazione.

Come precedentemente riportato, l'entità del riassorbimento dell'osso alveolare varia notevolmente tra i vari individui e nei vari siti interessati. Questo fenomeno può essere influenzato da diversi fattori, come la presenza di processi infettivi, la pregressa malattia parodontale, l'entità del trauma chirurgico durante l'estrazione dentaria e il fenotipo parodontale<sup>7</sup>. Studi clinici supportano l'ipotesi che arcate riabilite con protesi mobili o rimovibili perdano progressivamente più osso rispetto ad arcate non riabilite<sup>8</sup>; non esiste però evidenza scientifica che la rimozione notturna delle protesi possa condizionare l'entità di tale riassorbimento<sup>9</sup>.

Il solo esame clinico, non corroborato da quello radiografico tridimensionale, non appare sufficiente nella diagnosi e nella pianificazione chirurgica, ma rappresenta comunque un momento fondamentale nella pianificazione protesica, soprattutto nel mascellare completamente edentulo. In uno studio clinico-radiografico del 2012<sup>2</sup> è stato evidenziato come, in una popolazione di 52 pazienti con edentulia totale dell'arcata superiore da almeno 1 anno, il volume osseo residuo fosse sovrastimato per oltre il 50% dal solo esame clinico. In altre parole, valutando a livello tomografico il volume occupato dalla mucosa vestibolare, da quella palatina e dal processo alveolare in 12 punti standardizzati dell'arcata, si è rilevato che: 1) mediamente il volume osseo occupa meno del 50% del volume totale della cresta; 2) la mucosa vestibolare è spessa mediamente 3 mm, quella palatina 5 mm e che la prima decresce significativamente in senso mesio-distale; 3) lo spessore medio della cresta residua (misurato 3 mm sub-crestalmente) a livello premolare e molare si attesta rispettivamente intorno ai 3 e 3,3 mm; 4) lo spessore medio basale (misurato 8 mm sub-crestalmente) a livello premolare e molare si attesta rispettivamente intorno ai 6,5 e 9 mm. Atwood<sup>10</sup> evidenzia inoltre come lo spessore dei tessuti molli crestali sembri essere proporzionalmente maggiore nei siti con fenotipo osseo sottile, mascherando la morfologia dei tessuti duri sottostanti.

Particolare attenzione deve essere quindi prestata alla pianificazione pre-chirurgica, in quanto la possibilità di dover gestire volumi ossei insufficienti per l'inserimento implantare è molto concreta in quest'area del cavo orale. Questa tesi è confermata da vari studi radiografici: Pramstraller e collaboratori<sup>1</sup> evidenziano come nei siti edentuli postero-superiori siano presenti un'altezza residua di almeno 8 mm e uno spessore di almeno 6 mm, con le seguenti frequenze: primi premolari, 28,3%; secondi premolari, 18,4%; primi molari, 8,0%; secondi molari, 18,2%. Esplorando più in dettaglio i risultati, appare chiaro che gli elementi dentari più anteriori sono prevalentemente deficitari in termini di spessore crestale, mentre quelli posteriori in termini di altezza disponibile sul pavimento del seno mascellare. Ancora, uno studio<sup>11</sup> che analizza le CBCT di 252 siti edentuli candidati alla chirurgia implantare ha evidenziato che più del 50% dei siti di primi molari superiori ha un'altezza ossea <5 mm.

Inoltre, nello studio pre-operatorio della cresta edentula, la posizione del futuro sito implantare e la morfologia del pavimento del seno in quell'area sono variabili da tenere in grande considerazione. Già nel 1955 Rosen e Sarnat<sup>12</sup> confrontarono il volume dei seni mascellari nel cane dopo l'estrazione degli elementi dentari posteriori del lato sinistro. In due degli animali, i volumi dei seni mascellari differivano solo leggermente (<3%), mentre negli altri otto cani le differenze variavano dal 4,6 al 27,1%. In sette animali su otto, il volume del seno mascellare risultava maggiore dal lato dell'estrazione. Gli studi clinici sull'uomo confermano questi dati preliminari: Lombardi e collaboratori<sup>13</sup>, utilizzando tecniche di sovrapposizione di CBCT, hanno evidenziato una differenza limitata ma clinicamente rilevante nella pneumatizzazione post-estrattiva del seno mascellare in zona molare tra alveoli in cui era stata inserita solamente una spugna di fibrina rispetto a quelli trattati con un sostituto osseo (🔵 1.3). Pertanto, dai risultati dello studio succitato, la tecnica di *alveolar ridge preservation* sembra avere un ruolo protettivo anche nei confronti della pneumatizzazione del seno ma-



**1.3** Esempio di superimposizione di due CBCT (eseguite immediatamente dopo l'estrazione del dente e il posizionamento di un innesto alloplastico nell'alveolo e dopo 6 mesi di guarigione). In giallo sono rappresentati i tessuti rimasti invariati nelle due CBCT; in arancio i tessuti presenti subito dopo l'estrazione ma assenti dopo 6 mesi; in verde i tessuti presenti solo nella CBCT a 6 mesi dall'estrazione.



**1.4** I siti in cui il pavimento del seno mascellare presenta un andamento curvilineo, che si insinua fra le radici dei denti sottostanti, vanno incontro a una maggiore pneumatizzazione sinusale dopo l'estrazione dell'elemento dentario.

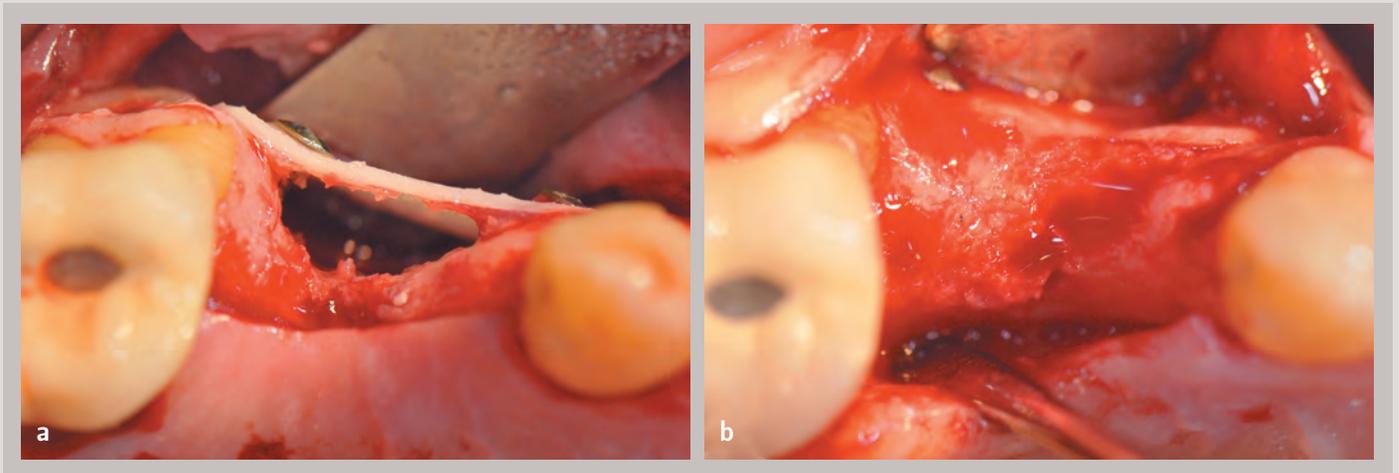
scellare. Sharan e Madjar<sup>14</sup>, in uno studio radiografico meno recente condotto su radiografie panoramiche, hanno evidenziato una pneumatizzazione sinusale post-estrattiva più accentuata nei siti in cui il pavimento del seno mascellare presentava un andamento curvilineo, insinuandosi tra le radici dei molari e dei premolari. Questo segno radiografico va tenuto quindi in considerazione per decidere se eseguire tecniche chirurgiche come l'*alveolar ridge preservation* in combinazione con l'estrazione dell'elemento dentario<sup>14</sup> (1.4).

## Quantità ossea

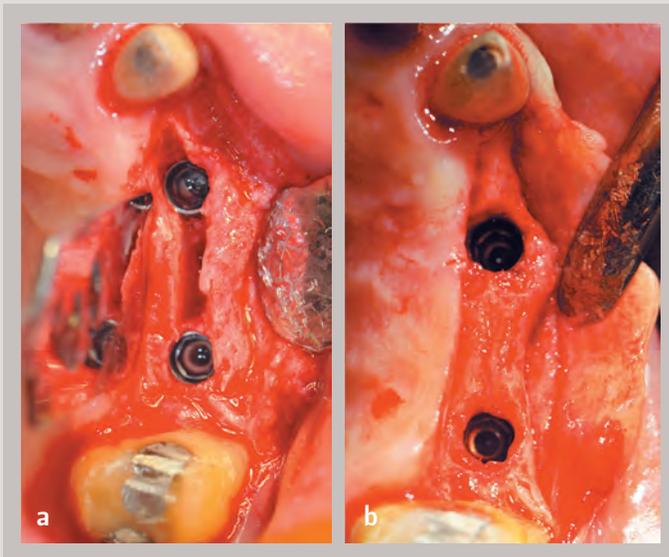
L'analisi pre-operatoria del mascellare posteriore edentulo candidato a riabilitazione implanto-protesica deve tenere conto del tipo di riassorbimento prevalente nella scelta e nell'individuazione della tecnica chirurgica più opportuna da adottare. In caso di deficit prevalentemente verticale con rapporti interarcata conservati, l'intervento di elezione rimane a oggi il rialzo di seno mascellare, sempre che l'altezza dell'osso residuo non sia

sufficiente per l'inserimento di impianti corti, che presentano a loro volta un'ottima prognosi anche nel medio-lungo periodo<sup>15</sup>. Nei capitoli successivi verranno discusse nel dettaglio sia le indicazioni per la tecnica chirurgica di rialzo del pavimento del seno mascellare da preferire nelle varie situazioni (approccio laterale o transcrestale), tenendo in considerazione una serie di variabili anatomiche, sia quelle per il *timing* di inserimento impiantare (contestuale o differito), che dipende dal volume della cresta ossea residua<sup>16</sup>.

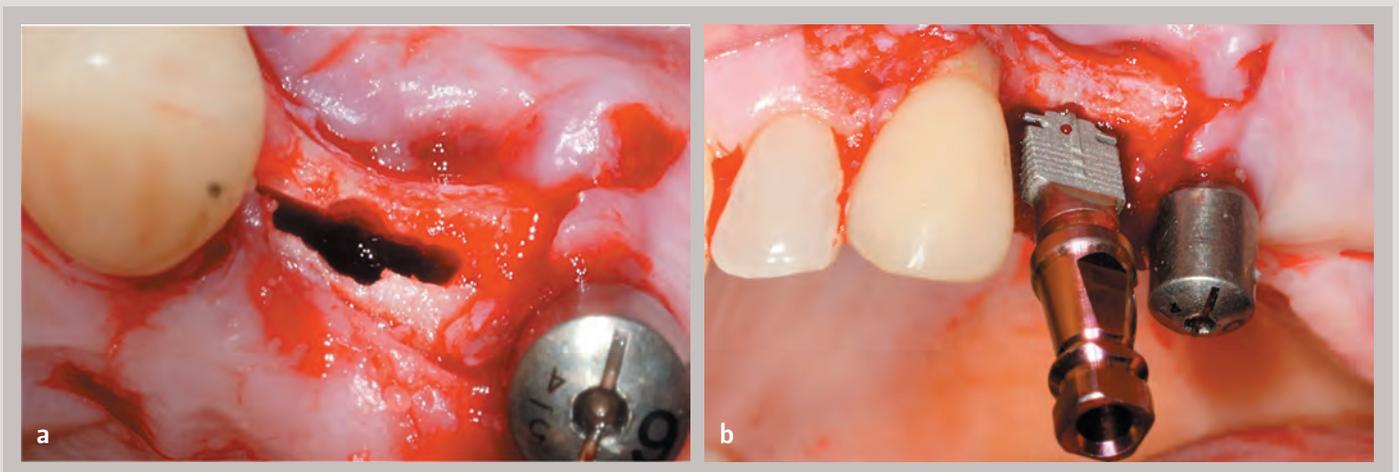
Il riscontro di un deficit prevalente in senso trasversale apre al chirurgo una serie di scelte terapeutiche piuttosto vasta, che include tecniche di aumento apposizionali (innesti a blocco o *shell technique*) (1.5), interposizionali (espansione di cresta, in presenza di spessori di almeno 3 mm e componente midollare ben rappresentata) (1.6), tecniche di rigenerazione ossea guidata (Guided Bone Regeneration, GBR) o anche l'utilizzo di impianti a diametro ridotto o disegnati specificamente per le creste sottili<sup>17-20</sup> (1.7). Considerando che la maggior parte del riassorbimento che si manife-



**1.5** La *shell technique*, che utilizza una lamina di osso autologo o eterologo per delimitare il difetto successivamente innestato con biomateriale particolato (a), è una tecnica efficace per aumentare la dimensione trasversale di una cresta atrofica (b), dopo 5 mesi di guarigione.



**1.6** L'espansione di cresta consente, in presenza di almeno 3 mm di spessore della cresta ossea residua, di incrementare la dimensione orizzontale in modo adeguato per permettere l'inserimento implantare (a). Dopo 5 mesi di guarigione (b), il difetto osseo creato dalla parete ossea vestibolare dislocata è completamente riempito da osso neoformato.



**1.7** L'utilizzo di impianti *press-fit* a cuneo di spessore ridotto (1,8 mm) può rappresentare un'opzione alternativa minimamente invasiva in creste edentule con uno spessore minimo di 3,5 mm. (Per gentile concessione del Dott. Tomaso Vercellotti.)



**1.8** In caso di prevalente riassorbimento verticale con notevole aumento dello spazio interarcata, prima dell'inserimento implantare sarà necessario ricorrere ad approcci rigenerativi per la ricostruzione dei volumi ossei andati perduti.

sta nei primi 6 mesi dopo l'estrazione dentaria avviene per il 60% in senso orizzontale e che si traduce in termini assoluti in una perdita trasversale di 5-7 mm (circa la metà delle dimensioni originarie della cresta), le condizioni anatomiche sopra esposte devono essere considerate un riscontro frequente che impone un approccio diagnostico e chirurgico avanzato.

Nel caso invece di un prevalente riassorbimento verticale con notevole aumento dello spazio interarcata, sarà necessario ricorrere ad approcci rigenerativi apposizionali o tecniche di GBR per la ricostruzione dei volumi perduti (1.8). La contemporanea presenza di un deficit orizzontale e verticale impone l'adozione di più tecniche chirurgiche rigenerative (contestuali o differite) e/o la combinazione delle stesse con l'utilizzo di impianti corti, a cuneo o a diametro ridotto.

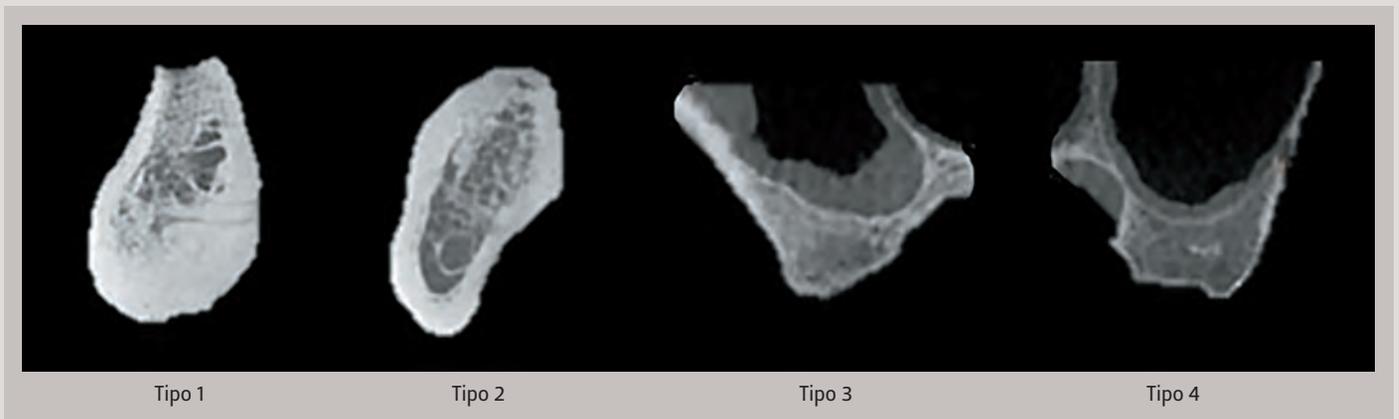
Queste considerazioni mirano all'obiettivo clinico della ricostruzione volumetrica della quota di osso alveolare andata perduta. Non sempre, però, il programma terapeutico ideale incontra una sua applicabilità clinica per una serie di motivi, tra cui:

presenza di comorbidità e/o controindicazioni sistemiche, disponibilità economiche e di tempo del paziente e, non ultimo, abilità del chirurgo. Talvolta, la mediazione fra le diverse necessità e la personalizzazione delle alternative terapeutiche sul singolo caso sono le risorse più importanti da offrire al paziente, tenendo in considerazione però il fatto che una soluzione di compromesso non può giustificare l'uso di tecniche poco predicibili e non indicate in luogo di soluzioni cliniche che possono garantire risultati migliori, sia dal punto di vista funzionale sia dal punto di vista estetico.

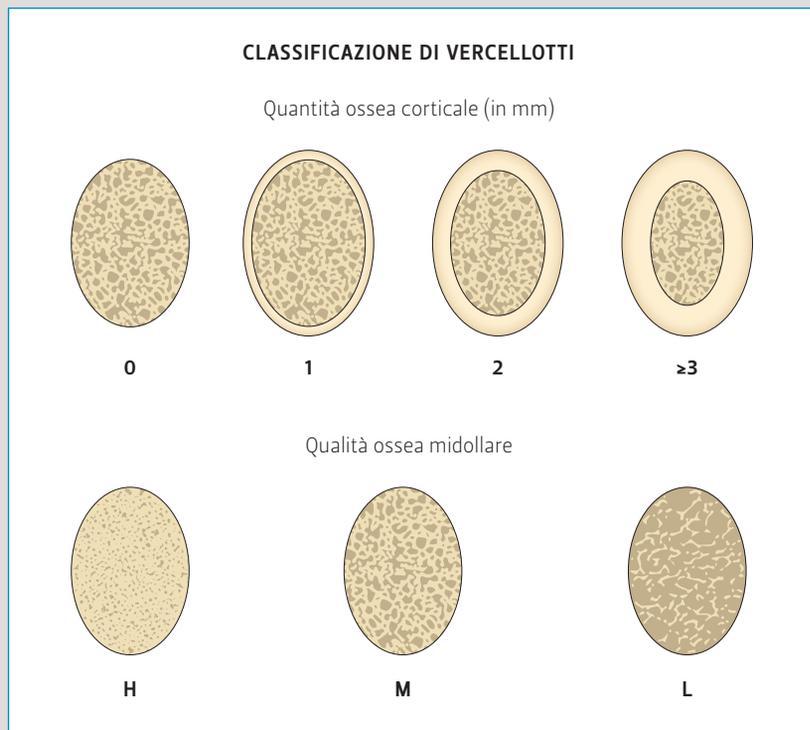
## Qualità ossea

La valutazione della qualità dell'osso, parametro fondamentale che influenza sia la fase chirurgica (stabilità primaria dell'impianto) sia quella di guarigione (contatto osso/impianto), è un momento cruciale dell'analisi pre-operatoria.

Sono state proposte numerose classificazioni per aiutare il clinico a definire con precisione la cresta ossea edentula dal punto di vista qualitativo. Lekholm e Zarb hanno suddiviso in quattro classi la qualità del tessuto osseo nel sito preso in considerazione, in base al rapporto tra osso corticale e osso spongioso nelle immagini tridimensionali della tomografia computerizzata. La I classe (D1) definisce l'osso compatto formato quasi esclusivamente da corticale; nella II classe (D2), l'osso presenta una corticale spessa e una midollare a densa trabecolatura; la III classe (D3) comprende l'osso con corticale più sottile e spongiosa meno densa; la IV classe (D4), infine, presenta un osso con corticale sottile o quasi assente e trabecolatura molto rarefatta<sup>21</sup> (1.9). Successivamente, Carl Misch ha proposto una classificazione basata sulla posizione, la composizione e i valori di densità misurabili con la TC. Secondo questa classificazione, il mascellare posteriore è composto nella maggior parte dei casi da osso D3-D4, con uno strato sottile e poroso di osso corticale e un osso spongioso con trabecole rade e sottili<sup>22</sup>. Tomaso e Giuseppe Vercellotti<sup>23</sup>, nel 2009, hanno codificato una classificazione più clinica, considerando qualitativamente la densità trabeco-



1.9 Classificazione della qualità ossea secondo Lekholm e Zarb<sup>21</sup>.

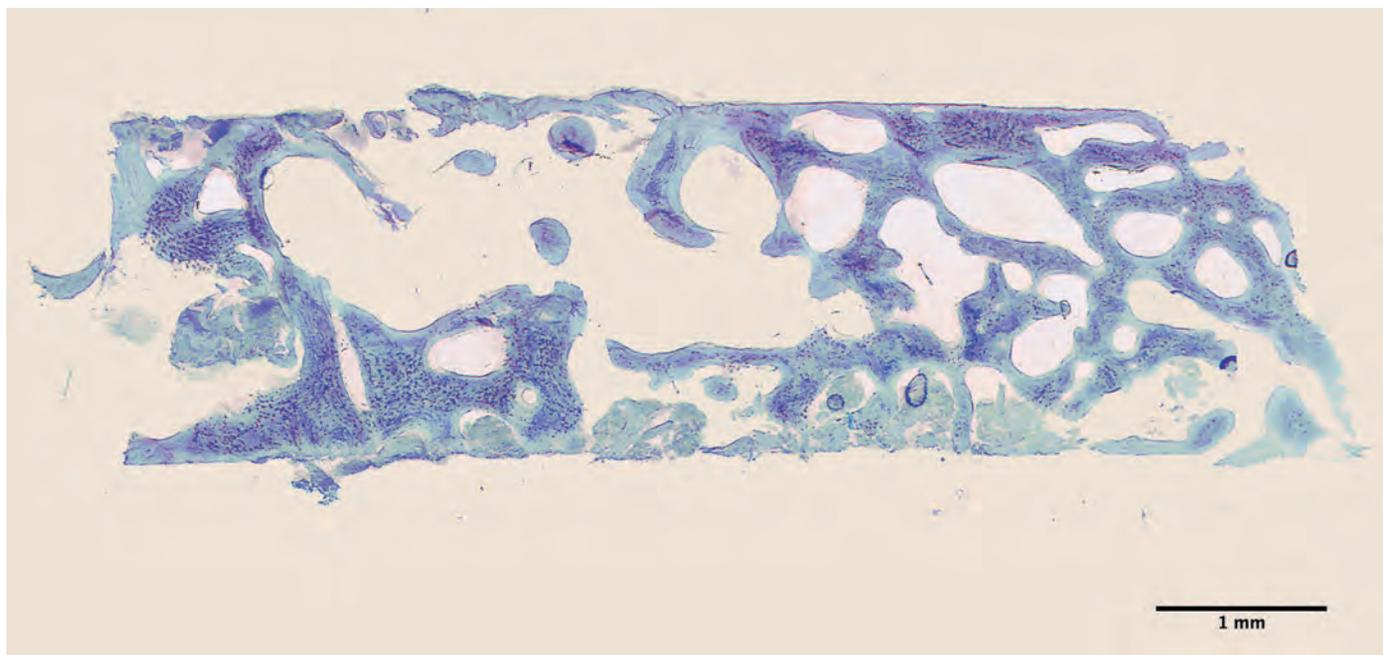


1.10 Classificazione della qualità ossea secondo Tomaso e Giuseppe Vercellotti<sup>23</sup>.

lare radiografica della spongiosa (elevata – media – scarsa) e quantitativamente lo spessore della corticale, che viene espresso in mm (1.10).

La densità ossea è sicuramente uno dei punti critici per la riabilitazione impianto-protesica del mascellare posteriore. Aksoy e collaboratori<sup>24</sup> hanno studiato i valori di densità ossea delle ossa

mascellari tramite TC (unità Hounsfield) e li hanno comparati con i risultati ottenuti dall'istomorfometria, rilevando valori di frazione volumetrica [volume osseo (BV) / volume totale (TV)] più bassi nella zona posteriore del mascellare rispetto a tutti gli altri siti sia mascellari sia mandibolari (1.11). Anche Trisi e Rao<sup>25</sup>, in uno studio che va-



**1.11** Biopsia effettuata in osso nativo nella zona del mascellare posteriore che evidenzia una corticale sottile e una spongiosa formata da rade trabecole e ampi spazi midollari. Colorazione: fucsina acida/blu di toluidina.

luta istomorfometricamente la densità ossea nelle varie aree dei mascellari, hanno dimostrato che l'osso D4 ha una densità media (28,28%) significativamente più bassa delle classi D1 (76,54%), D2 (66,78%) e D3 (59,61%).

Monje e collaboratori<sup>26</sup> hanno inoltre identificato con analisi micro-TC di campioni ossei una correlazione positiva statisticamente significativa tra il rapporto BV/TV e l'altezza della cresta ossea residua ( $r = 0,417$ ,  $p = 0,03$ ). I risultati di questo studio evidenziano quindi un rapporto BV/TV più basso nei casi con altezza crestale residua inferiore: in altre parole, a una disponibilità ossea verticale scarsa corrisponde una qualità ossea scarsa e, quindi, una maggiore difficoltà nell'ottenere un'adeguata stabilità primaria dell'impianto.

Pertanto, nella riabilitazione implanto-protesi del mascellare posteriore, dove la densità ossea è nella maggior parte dei casi bassa, altri fattori,

come la scelta di appropriate macro- e micro-geometrie implantari, i protocolli di preparazione del sito e quelli di carico protesico, devono essere presi in attenta considerazione per migliorare le percentuali di successo della terapia.

In conclusione, il chirurgo implantare che si appropria al mascellare posteriore dovrebbe: 1) saper gestire tecniche di rigenerazione ossea e/o alternative implanto-protesi (poiché quasi sempre i volumi ossei sono insufficienti per l'inserimento implantare con tecnica standard); 2) conoscere l'anatomia chirurgica del seno mascellare (in quanto molto spesso coinvolto nelle procedure implantari e rigenerative); 3) valutare globalmente il paziente da un punto di vista oclusale/protesico (entità della contrazione trasversale del mascellare superiore, rapporti interarcata) per una programmazione razionale del numero e della posizione degli impianti da inserire.

## BIBLIOGRAFIA

1. PRAMSTRALLER M, FARINA R, FRANCESCHETTI G ET AL. Ridge dimensions of the edentulous posterior maxilla: a retrospective analysis of a cohort of 127 patients using computerized tomography data. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22:54-61.
2. KATSOUKIS J, ENKLING N, TAKEICHI T ET AL. Relative bone width of the edentulous maxillary ridge. Clinical implications of digital assessment in presurgical implant planning. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;14:e213-223.
3. MONJE A, CATENA A, MONJE F ET AL. Maxillary sinus lateral wall thickness and morphologic patterns in the atrophic posterior maxilla. *J Periodontol.* 2014;85:676-682.
4. AMLER MH. The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1969;3:309-318.
5. TROMBELLI L, FARINA R, MARZOLA A ET AL. Modeling and remodeling of human extraction sockets. *J Clin Periodontol.* 2008;35:630-639.
6. SCHROPP L, WENZEL A, KOSTOPOULOS L, KARRING T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23:313-323.
7. GARG AK. Current concepts in augmentation grafting of the maxillary sinus for placement of dental implants. *Dent Implantol Update.* 2001;3:17-22.
8. CAMPBELL RL. A comparative study of the resorption of the alveolar ridges in denture-wearers and non-denture-wearers. *J Am Dent Assoc.* 1960; 60:143-153.
9. CARLSSON GE. Responses of jawbone to pressure. *Gerodontology.* 2004;21:65-70.
10. ATWOOD DA. Reduction of residual ridges in the partially edentulous patient. *Dent Clin North Am.* 1973;17:747-754.
11. NUNES LS, BORNSTEIN MM, SENDI P, BUSER D. Anatomical characteristics and dimensions of edentulous sites in the posterior maxillae of patients referred for implant therapy. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013;33:337-345.
12. ROSEN MD, SARNAT BG. Change of volume of the maxillary sinus of the dog after extraction of adjacent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1955;8:420-429.
13. LOMBARDI T, BERNARDELLO F, BERTON F ET AL. Efficacy of alveolar ridge preservation after maxillary molar extraction in reducing crestal bone resorption and sinus pneumatization: A multicenter prospective case-control study. *Biomed Res Int.* 2018;2018:9352130.
14. SHARAN A, MADJAR D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008;23:48-56.
15. RAVIDÀ A, WANG IC, SAMMARTINO G ET AL. Prosthetic rehabilitation of the posterior atrophic maxilla, short ( $\leq 6$  mm) or long ( $\geq 10$  mm) dental implants? A systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis: Naples Consensus Report Working Group A. *Implant Dent.* 2019;28:590-602.
16. STACCHI C, SPINATO S, LOMBARDI T ET AL. Minimally invasive management of implant-supported rehabilitation in the posterior maxilla. Part II. Surgical techniques and decision tree. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2020;40:e95-e102.
17. ORSINI G, STACCHI C, VISINTINI E ET AL. Clinical and histologic evaluation of fresh frozen human bone grafts for horizontal reconstruction of maxillary alveolar ridges. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011;31:535-544.
18. ELNAYEF B, MONJE A, LIN GH ET AL. Alveolar ridge split on horizontal bone augmentation: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30:596-606.
19. TUNKEL J, DE STAVOLA L, KLOSS-BRANDSTÄTTER A. Alveolar ridge augmentation using the shell technique with allogeneic and autogenous bone plates in a split-mouth design. A retrospective case report from five patients. *Clin Case Rep.* 2020;9:947-959.
20. VERCELLOTTI T, TROIANO G, OREGLIA F ET AL. Wedge-shaped implants for minimally invasive treatment of narrow ridges: A multicenter prospective cohort study. *J Clin Med.* 2020;9:3301.
21. LEKHOLM U, ZARB GA. Patient selection and preparation. In: Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, eds. *Tissue integrated prostheses: Osseointegration in clinical dentistry.* 1985; Quintessence, Chicago:199-209.
22. MISCH CE. Bone character: second vital implant criteria. *Dent Today.* 1988;7:39-40.
23. VERCELLOTTI T, VERCELLOTTI G. New bone classification for analysis of the single surgical site. In: Vercellotti T, ed. *Essentials in piezosurgery.* 2009; Quintessenza Edizioni, Milano:91-93.
24. AKSOY U, ERATALAY K, TÖZÜM TF. The possible association among bone density values, resonance frequency measurements, tactile sense, and histomorphometric evaluations of dental implant osteotomy sites: a preliminary study. *Implant Dent.* 2009;18:316-325.
25. TRISI P, RAO W. Bone classification: clinical-histomorphometric comparison. *Clin Oral Implants Res.* 1999;10:1-7.
26. MONJE A, MONJE F, GONZÁLEZ-GARCÍA R ET AL. Influence of atrophic posterior maxilla ridge height on bone density and microarchitecture. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17:111-119.