

MINERVA

STOMATOLOGICA

VOLUME 63 · N. 11-12 · NOVEMBRE-DICEMBRE 2014



EDIZIONI · MINERVA · MEDICA

The impact of subcrestal placement on short locking-taper implants placed in posterior maxilla and mandible: a retrospective evaluation on hard and soft tissues stability after 2 years of loading

G. LOMBARDO ¹, G. CORROCHER ¹, J. PIGHI ¹, F. FACCIONI ¹, A. ROVERA ¹, M. MARINCOLA ², P. F. NOCINI ¹

Aim. Objective of this study was to assess the influence of the subcrestal placement level of short implants with a locking-taper connection design on crestal bone levels and soft tissues health.

Methods. A clinical retrospective case-control study was conducted between May 2013 and September 2013. The sample was composed of patients who had received at least one 5-to-8-mm-long, plateau-design implant with a locking-taper connection system (Bicon LLC, Boston, MA, USA) in posterior areas of maxilla and mandible, in the period between January 2009 and December 2011. A radiographic evaluation of the degree of subcrestal positioning (t0) was conducted to identify two implant groups: Group 1 was composed of implants placed less than 2 mm under the crestal bone; Group 2 was composed of implants placed 2 mm or more under the crest. The primary outcome variables were the crestal bone levels and the peri-implant bone loss between prosthetic loading and last control visit (t1àt2). Clinical parameters including the keratinized gingival (KG) width, modified bleeding index (mBI), modified plaque index (mPI), and probing depth (PD) were assessed at the follow-up visit. T tests were conducted to identify statistically significant differences between implants groups. Linear regression models were developed to test the dependence of the study variables by the degree of subcrestal surgical implant placement. Significance level was set at P<0.05.

Results. One hundred and thirty-seven im-

¹Clinic of Dentistry and Maxillofacial Surgery
University of Verona, Verona, Italy
²Universidad de Cartagena
Cartagena, Colombia

plants were followed for an average period of 31 months. At the surgery, the implants were placed, on average, 2.04 mm (mesial) and 1.86 mm (distal) subcrestally. Eighty implants were placed less than 2 mm under the crest (average 1.28 mm), while fifty-seven implants were placed more than 2 mm under the crestal bone (average 2.97 mm). At the prosthetic loading (t1), the average crestal bone level was 1.11 mm, 0.79 mm in Shallow group and 1.86 mm in Deep group, with statistically significant differences between implant groups (P<0.05). At the follow-up visit (t2) the mean crestal bone levels were respectively 0.51 mm and 1.35 mm, with statistically significant differences between implant groups (P<0.05). The average peri-implant bone loss between prosthetic loading and control visit (t1àt2) was 0.04 mm in the Group 1 and 0.33 mm in Group 2. The average keratinized mucosa width was 2.16 mm, the average mBI was 0.24, the average mPI was 0.17 and the average PD was 2.34 mm. Significant difference between groups was observed regarding to keratinized gingival width (Group 1: 1.97 mm; Group 2: 2.41 mm; P<0.05) but not for the other clinical parameters. Linear regression models confirmed the dependence of crestal bone levels by the degree of subcrestal placement (P<0.05).

Conclusion. After two years of observation,

Corresponding author: G. Lombardo, Clinic of Dentistry and Maxillofacial Surgery, University of Verona, piazzale L. A. Scuro 10, 37134 Verona, Italy.
E-mail: giorgio.lombardo@univr.it

the implant of this study have shown minimal peri-implant bone resorption. The greater subcrestal implant placement has resulted in a higher level of the peri-implant bone crest, both after the osseointegration period and after the loading period. Both the study implants groups have shown good health of peri-implant soft tissues.

KEY WORDS: Short implants - Subcrestal placement - Locking-taper connection.

Osseointegrated implants have become a viable therapeutic option for the replacement of missed teeth.¹ Starting from the rehabilitation of total edentulism affecting maxilla and mandible,² clinicians have extended the implant treatment to partial edentulous ridges and to the replacement of single teeth.³ However, in some cases in which the available bone volume does not fulfil the characteristics required for the positioning of a standard size implant, particularly in the posterior maxilla, where the bone loss can also precedes the teeth loss. Part of these cases are now completed thanks to advanced techniques of pre-prosthetic surgery, such as the lateral sinus lift, the grafting of block or particulates bone (heterologous, homologous, and autologous).⁴⁻⁶ These techniques, although reliable and employed over time, present a certain morbidity for patients, both in intra and post-operative phases.^{7, 8} In addition, although these procedures provided good results in the treatment of horizontal bone defects, in vertical deficiencies was observed a major resorption of the graft.⁹ Even the presence of certain socio-economic conditions or poor compliance of some patients further restricts the use of pre-prosthetic surgical techniques. For this reason, the attention of clinicians has gradually focused on the possibility of use of short implants. The initial results were not comparable to those obtained with standard implants,¹⁰ probably due to the reduced area of contact between bone and implant, which did not allow an adequate stress distribution transmitted to bone during functional loading.¹¹ The introduction of rough implant surfaces allowed increasing the area available for

contact between bone and implant,¹² and the works of several authors documented a progressive increase in success rates.¹³⁻¹⁶ The increase in roughness, however, if on one side is a favorable factor for the purposes of a more rapid and firm osseointegration, on the other side can favor the contamination of the surface when part of this is exposed to oral fluids.¹⁷⁻¹⁹ The exposure of part of the implant surface to oral fluids is an almost constant phenomenon, due to a crestal bone resorption that occurs during the healing period immediately after implantation. Berglundh and Lindhe explained this fact with the establishment of a stable biologic width around implants, almost equal to what happens around natural teeth.²⁰ Another factor contributing to remodelling the bone crest is the presence of micro-gaps at the implant/abutment connection of two-phase implants, which could become colonized by bacteria able to initiate a local inflammatory reaction.²¹ Therefore, the purpose of this study is to assess the impact of subcrestal placement of short, plateau-design, locking-taper implants on crestal bone height and peri-implant tissues health in patients affected by edentulism in the posterior regions of maxilla and mandible.

Materials and methods

Study design and sample

The present work is a retrospective clinical case-control study after 2-years. Study samples were selected from a population of patients who received treatments for insertion of at least one short (5-to-8 mm long) plateau-design, locking-taper implant (Bicon® Dental Implant, Boston, MA, USA) in the posterior areas of upper and lower jaws between January 2009 and December 2011 at the Department of Surgery, Clinic of Dentistry and Maxillofacial Surgery, University of Verona, Verona, Italy.

The implants were left to heal submerged for an average period of 4 months (6 months for implants inserted in the posterior max-

illa with internal sinus elevation technique). Afterwards it was performed the reopening for the positioning of transmucosal healing caps. The prosthetic devices have been delivered one month after reopening. Single

crowns or partial splinted prostheses were used to restore the implants. Patients were recommended to undergo a maintenance protocol with professional oral hygiene with no more than six months between recalls.

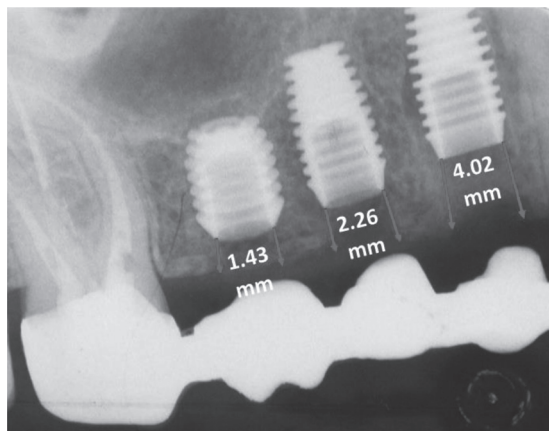


Figure 1.—A radiographic evaluation of the degree of subcrestal positioning (t0) was conducted to identify two implant groups: Group 1 was composed of implants placed less than 2 mm under the crestal bone; Group 2 was composed of implants placed 2 mm or more under the crest.

Follow-up examination

All patients included in the study were recalled for a follow-up examination between May 2013 and September 2013. Depending on the degree of subcrestal placement (t0) of the implants, it was possible to identify two groups: Group 1, consisting of implants placed less than 2 mm below the bone crest; Group 2 represented by implants placed 2 mm or more below the bone crest (Figure 1).

Peri-implant bone levels evaluation

The peri-implant bone levels were measured by scanning intraoral radio-

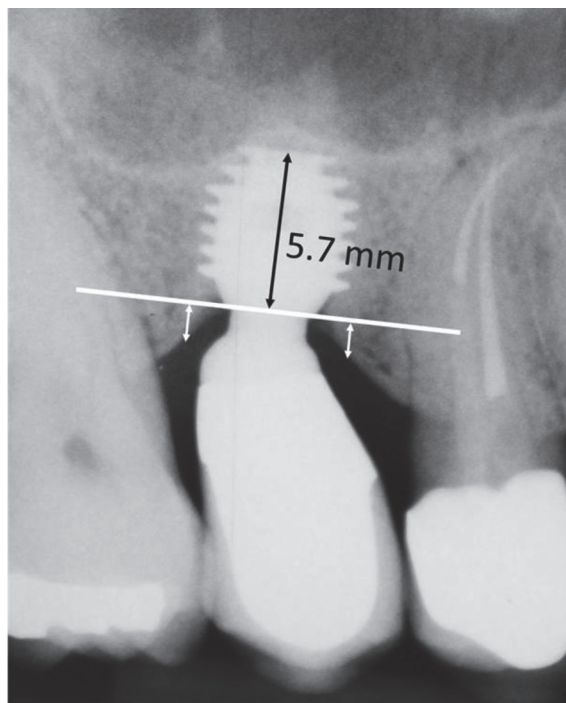
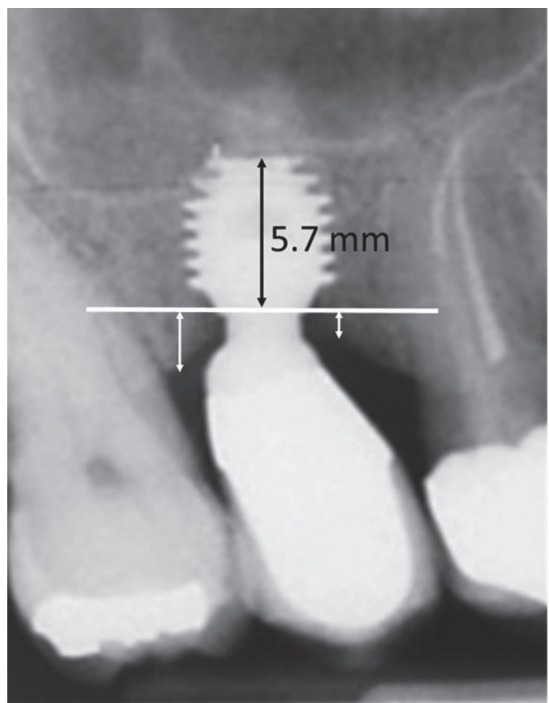


Figure 2.—Taking as a reference for measurements the interface between implant and abutment, the level of the bone crest was measured, on mesial and distal sides, as the linear distance between the IAI and the highest point of the interproximal bone crest parallel to lateral sides of implant body.

TABLE I.—*Patients demographic, health, and anatomic variables.*

Variable	N.	%
GENDER		
Men	26	42.6
Women	35	57.4
AGE	52.4±10	
TOBACCO USE		
Yes	18	29.5
No	43	70.5
ASA Status		
I	39	63.9
II	20	32.8
III	2	3.3

graphs performed with parallel technique using Rinn centring devices ²² (Rinn XCP Posterior Aiming Ring-Yellow, Dentsply, Elgin, IL, USA). The marginal bone level changes were assessed using a computerized measurement technique (Image J Software, National Institute of Health, Bethesda, MD, USA) comparing the radiographs taken at the time of implant placement (t0), at the time of prosthetic loading (t1) and the last follow-up visit (t2). To correct the distortion of the radiographic image, the apparent size of each implant (measured directly on the radiograph) was compared with the actual length to determine with adequate precision, the amount of any vertical bone loss at the mesial and distal the implant. Taking as a reference for measurements the interface between implant and abutment (implant-abutment interface, IAI) the level of the bone crest (CB) was measured, on mesial and distal sides, as the linear distance between the IAI and the highest point of the interproximal bone crest parallel to lateral sides of implant body. A positive value was given when the crest was located coronally to the IAI and a negative value when the CB was located apically to the IAI. For each implant, an average mesial-distal crestal bone value was calculated. The crestal bone resorption between the prosthetic load (t1) and recall visit (t2) was also a variable of this study (Figure 2).

TABLE II.—*Implant, prosthetic, and reconstructive variables.*

Variabile	N.	%
GENDER		
Men	62	43.4
Women	81	56.6
TOBACCO USE		
Yes	52	36.1
No	91	63.9
IMPLANT LENGHT		
8 mm	57	36.9
≤6 mm	86	63.1
ARCH		
Maxilla	79	55.2
Mandible	64	44.8
TOOTH		
Premolar	72	50.3
Molar	71	49.7

Peri-implant soft tissues evaluation

The peri-implant soft tissues stability was assessed using a periodontal probe and applying a force of mild intensity. For each implant site, four parameters relating the soft tissues were taken in consideration. The bleeding index (MBI) and plaque index (mPLI), modified as reported in the literature by Mombelli ²³ were recorded on the buccal and palatal sides of each implant, separately for each side on the three sites (mesial, central, distal). Similarly, the peri-implant probing depths were performed on these six sites. The amount of keratinized tissue was assessed by measuring the distance between the zenith of the buccal gingival margin and the mucogingival line.

Data management and statistical analysis

A database was created with appropriate checks to identify errors. SPSS statistical software (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.) was used to evaluate the data and to perform statistical analyses. Descriptive statistics were accomplished for demographic variables and implant survival rate. Student T tests were accomplished to find differences between the two implant

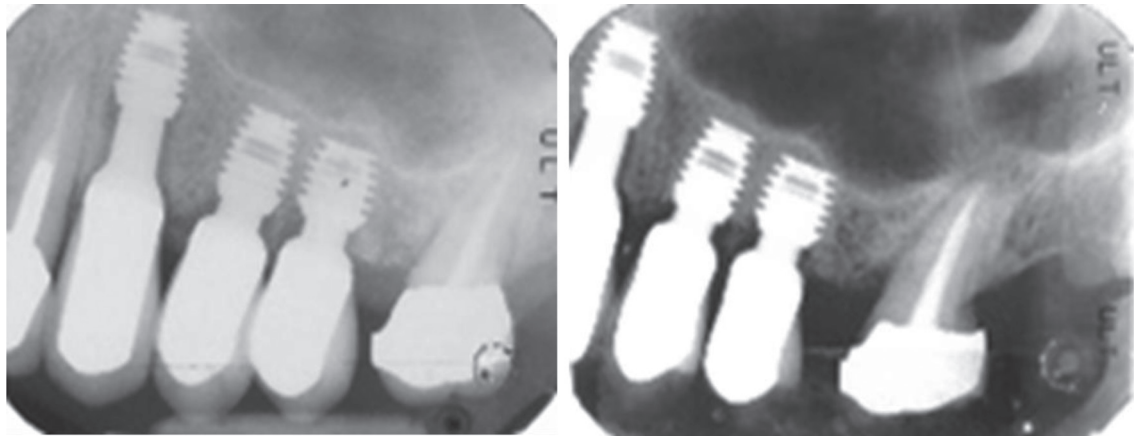


Figure 3.—The mean observation period from the prosthetic loading (t1) to last recall visit (t2) was 24.4 ± 12.6 months.

groups regarding the radiographic crestal bone levels at all intervals, and also for soft tissues parameters. Finally, linear regression models with ANOVA were performed to investigate the dependence of the same variables by the level of subcrestal placement. Significance was set at $P < 0.05$.

Results

Sixty-one patients, 26 males and 35 females, were included in this study. The mean age at implant placement was 52.4 ± 10 years (range 34-83) (Table I). One hundred forty-three implants were analysed, 79 placed in the posterior maxilla and 64 in the posterior mandible (Table II). The mean observation period from the time of placement was 31 ± 11.3 months, while the mean observation period from the prosthetic loading was 24.4 ± 12.6 months (Figure 3). During this period six implants were removed, four in the upper jaw and two in the lower jaw. Three implants, all in maxillary position, were lost before the prosthetic loading: one was removed a month after placement due to surgical site infection in a smoker, and two were removed at the time of second stage surgery for failure of the osseointegration process. Finally, two implants were removed one year after loading, and one implant failed two years after prosthetic loading. In all the three cases excessive bone loss due

to peri-implantitis was recorded around implants (Table III). Therefore, it was possible to evaluate 137 implants at the follow-up examination (t2).

Subcrestal placement and study groups

The average value of subcrestal placement was 2.04 mm on the mesial side and 1.86 mm on the distal side. Eighty implants were included in Group 1, whose average subcrestal insertion was 1.28 mm, while Group 2 included 57 implants, placed on average 2.89 mm under the bone crest. The statistical analysis performed by Student's *t* test confirmed the presence of a statistically significant difference between the two study groups with regard to the depth of insertion of the plants subcrestal ($P < 0.0001$).

Peri-implant bone levels

At the time of prosthetic loading (t1), the mean crestal bone height was 1.11 mm, 0.72 mm in Group 1 and 1.67 mm in Group 2, with statistically significant differences between the two groups ($P < 0.0001$). At the follow-up examination (t2), the average crestal bone height was 0.86 mm, 0.51 mm in Group 1 and 1.35 mm in Group 2, with statistically significant differences between the two groups ($P < 0.0001$). The crestal bone resorption in the range t1,t2 was 0.25mm, 0.20mm in Group 1 and 0.32 mm in Group

TABLE III.—Features of the failed implants.

Length (mm)	Diameter (mm)	Gender	Tobacco use	ASA status	Arch	Tooth	Bone augmentation procedures	Type of restoration
6	4.5	F	No	1	Maxilla	Premolar	No	Unloaded
8	4.5	M	Yes	1	Maxilla	Molar	Minirialzo	Unloaded
8	5	F	No	1	Maxilla	Premolar	No	Unloaded
8	4.5	F	No	1	Maxilla	Premolar	No	Single crown
5	5	F	No	2	Joint	Premolar	No	Single crown
6	4.5	M	No	1	Joint	Molar	No	Splinted prosthesis

TABLE IV.—Crestal bone levels evaluation.

Crestal bone height (mm)	Group 1 (N.=80)	Group 2 (N.=57)	P
Insertion (t0)	1.28	2.89	<0.0001
Prosthetic loading (t1)	0.72	1.67	<0.0001
Follow-up examination (t2)	0.51	1.35	<0.0001
Crestal bone loss t1àt2	0.20	0.32	0.30

2, with no statistically significant differences between the two groups (P=0.30). The linear regression models have confirmed the dependency of the height of the peri-implant bone crest, at each interval studied, from the depth of insertion subcrestal implant (P<0.0001), while there was found no dependency with respect to the resorption crestal bone in the range of prosthetic loading and visit call (t1,àt2) (P=0:12) (Table IV).

Peri-implant soft tissues

With regard to clinical parameters measured at the recall visit (t2), the mean height of keratinized tissue was 2.16 mm, and it was 1.97 mm in Group 1 and 2.41 mm in Group 2, with statistically significant differences between the two groups (P<0.05). The modified bleeding index (MBI) was 0.24, with no statistically significant differences (P=0:28) between groups (Group 1=0.22; Group 2=0.28). In addition, the modified plaque index resulted on average 0.17, and was not statistically different in the two groups (Group 1=0.21; Group 2=0.12; P=0.17). The average probing depth (PPD) measured 2.34 mm, with no statistical differences between groups (Group 1=2.27; Group 2=2.44; P=0.17). Linear regression models found that none of the

clinical parameters relating to peri-implant soft tissues resulted significantly dependent by the depth of subcrestal implant positioning, with the exception of the volume of keratinized mucosa (P<0.05).

Discussion

Short implants have become nowadays a viable treatment option for the rehabilitation of maxillary atrophic jaws, and several authors have now documented their successful use. In recent years appeared several studies that analyzed the alterations of the peri-implant bone levels in relationship to subcrestal placement of implants. The use of implants inserted under bone crest would enable the use of the healing caps equipped with a suitable emergency profile, and would allow for the replacement of the prosthetic components in case of marginal recessions.²⁴ The results reported in the literature are, however, conflicting. Hermann *et al.*²⁵ studied the bone levels variation for implants placed at different depths in relation to the crest of the alveolar bone and in relation to the type of healing (submerged *vs.* transmucosal). The Author concluded that the presence of a micro-gap at the implant/abutment interface, and its location in relation to the bone crest, influenced the size of the peri-implant soft tissues, which was more vertically extended in the implants placed under the crestal bone.²⁶ Todescan *et al.*²⁷ in a histological study conducted by placing implants at different depths in relation to the bone crest, reported a higher vertical expansion of the

junction epithelium and the connective tissue in relation to the greater depth of insertion. However, the Authors observed that if the implants were placed below the bone crest, the first bone-to-implant contact was located more coronally, near to the implant/abutment interface. Pontes *et al.*²⁸ observed that increasing the depth of implant insertion, the first point of contact between bone and implant was located more apical to the interproximal bone peaks. This phenomenon, however, did not cause an increased resorption of the crestal bone, thus demonstrating that the bone peaks can be localized above the implant/abutment, even when it is placed under the bone crest. The discrepancy of the results reported in the literature could be linked to the different characteristics of the implant systems used, and especially to the properties of seal attributable to the connection system between implant and abutment. Gross *et al.*²⁹ in an *in vitro* study performed to test different types of connection between implant and abutment, confirmed the presence of a micro-gap colonized by bacteria in all the connections studied. Dibart *et al.*³⁰ obtained, however, most promising results *in vitro* by studying the properties of a locking taper connection system. The authors reported not observed bacterial infiltration nor from the outside to the implant well, either from the inside towards the outside environment. The presence of a connection impenetrable to bacterial infiltration could be an important factor, limiting the presence of bacterial colonies and ensuring a reduction of the inflammatory infiltrate and of the initial bone resorption. Degidi *et al.*³¹ using an implant system with a conical connection, noted that implants placed in subcrestally presented a bone crest growth over the implant shoulder, and bone resorption around these implants was comparable to that observed for equicrestal implants. Several authors who have tested implant systems with similar features,^{32, 33} reported similar results and emphasized the importance of the bacterial seal at the implant/abut-

ment connection, and the importance of the concept of "platform switching".³⁴ In our study, all the implants observed were positioned under the alveolar bone crest. The reported results have shown that the depth of insertion does not influence the degree of crestal bone resorption during prosthetic loading the period. Comparing the present study with the works cited above, it seems reasonable to think that the use of an implant system that adopts a locking-taper connection would bring benefits in terms of crestal bone stability, even in cases where implant/abutment interface is localized under the crest. The excellent health of peri-implant tissues, with minimum levels of probing depth and bleeding on probing, were achieved by strictly maintenance recall visits.

Conclusions

Despite the limits of this retrospective study, the depth of implant insertion does not appear to have influenced the degree of crestal bone resorption during the period of prosthetic loading, nor the health of the peri-implant soft tissues with respect to the adopted implant system. The greater subcrestal implant placement has resulted in a higher level of the peri-implant bone crest, both after the osseointegration period and after the loading period. However, these results need further studies with a longer follow-up to be confirmed.

References

1. Esposito M, Grusovin MG, Willings M, Coulthard P, Worthington HV. The effectiveness of immediate, early, and conventional loading of dental implants: a Cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:893-904.
2. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI, Lindhe J, Eriksson B *et al.* Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures (I). A 3-year longitudinal prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986;15:39-52.
3. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported

- in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(Suppl 6):2-21.
4. Lin IC, Gonzalez AM, Chang HJ, Kao SY, Chen TW. A 5-year follow-up of 80 implants in 44 patients placed immediately after the lateral trap-door window procedure to accomplish maxillary sinus elevation without bone grafting. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:1079-86.
 5. Buser D, Bragger U, Lang NP, Nyman S. Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1990;1:22-32.
 6. Chen TW, Chang HS, Leung KW, Lai YL, Kao SY. Implant placement immediately after the lateral approach of the trap door window procedure to create a maxillary sinus lift without bone grafting: a 2-year retrospective evaluation of 47 implants in 33 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:2324-8.
 7. Raghoebar GM, Batenburg RH, Timmenga NM, Vis-sink A, Reintsema H. Morbidity and complications of bone grafting of the floor of the maxillary sinus for the placement of endosseous implants. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1999;3(Suppl 1):S65-9.
 8. Clavero J, Lundgren S. Ramus or chin grafts for maxillary sinus inlay and local onlay augmentation: comparison of donor site morbidity and complications. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5:154-60.
 9. Simon BI, Von Hagen S, Deasy MJ, Faldu M, Resnansky D. Changes in alveolar bone height and width following ridge augmentation using bone graft and membranes. *J Periodontol* 2000;71:1774-91.
 10. Tawil G, Younan R. Clinical evaluation of short, machined-surface implants followed for 12 to 92 months. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:894-901.
 11. Bouraue C, Aitlahrach M, Heinemann F, Hasan I. Biomechanical finite element analysis of small diameter and short dental implants: extensive study of commercial implants. *Biomed Tech (Berl)* 2012;57:21-32.
 12. Coelho PG, Granjeiro JM, Romanos GE, Suzuki M, Silva NR, Cardaropoli G *et al.* Basic research methods and current trends of dental implant surfaces. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009;88:579-96.
 13. ten Bruggenkate CM, Asikainen P, Foitzik C, Krekeler G, Sutter F. Short (6-mm) nonsubmerged dental implants: results of a multicenter clinical trial of 1 to 7 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:791-8.
 14. Fugazzotto PA, Beagle JR, Ganeles J, Jaffin R, Vlassis J, Kumar A. Success and failure rates of 9 mm or shorter implants in the replacement of missing maxillary molars when restored with individual crowns: preliminary results 0 to 84 months in function. A retrospective study. *J Periodontol* 2004;75:327-32.
 15. Anitua E, Orive G. Short implants in maxillae and mandibles: a retrospective study with 1 to 8 years of follow-up. *J Periodontol* 2010;81:819-26.
 16. Urdaneta RA, Daher S, Leary J, Emanuel KM, Chuang SK. The survival of ultrashort locking-taper implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:644-54.
 17. Mombelli A, Lang NP. The diagnosis and treatment of peri-implantitis. *Periodontol* 2000 1998;17:63-76.
 18. Fransson C, Wennstrom J, Berglundh T. Clinical characteristics at implants with a history of progressive bone loss. *Clinical Oral Implants Research* 2008;19:142-7.
 19. Quirynen M, van der Mei HC, Bollen CM, Schotte A, Marechal M *et al.* An in vivo study of the influence of the surface roughness of implants on the microbiology of supra- and subgingival plaque. *J Dent Res* 1993;72:1304-9.
 20. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljeborg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clinical Oral Implants Research* 1991;2:81-90.
 21. Quirynen M, van Steenberghe D. Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clinical Oral Implants Research* 1993;4:158-61.
 22. Galgali SR, Gontiya G. Evaluation of an innovative radiographic technique--parallel profile radiography--to determine the dimensions of dentogingival unit. *Indian J Dent Res* 2011;22:237-41.
 23. Mombelli A, Lang NP. Clinical parameter for the evaluation of dental implants. *Periodontology* 2000 2007;4:81-6.
 24. Pontes AE, Ribeiro FS, Iezzi G, Piattelli A, Cirelli JA, Marcantonio E Jr. Biologic width changes around loaded implants inserted in different levels in relation to crestal bone: histometric evaluation in canine mandible. *Clinical Oral Implants Research* 2008;19:483-90.
 25. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biologic Width around one- and two-piece titanium implants. *Clinical Oral Implants Research* 2001;12:559-71.
 26. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:1117-30.
 27. Todescan FF, Pustigliani FE, Imbroni AV, Albrektsson T, Gioso M. Influence of the microgap in the peri-implant hard and soft tissues: a histomorphometric study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:467-72.
 28. Pontes AE, Ribeiro FS, da Silva VC, Margonar R, Piattelli A, Cirelli JA *et al.* Clinical and radiographic changes around dental implants inserted in different levels in relation to the crestal bone, under different restoration protocols, in the dog model. *J Periodontol* 2008;79:486-94.
 29. Gross M, Abramovich I, Weiss EI. Microleakage at the abutment-implant interface of osseointegrated implants: a comparative study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:94-100.
 30. Dibart S, Warbington M, Su MF, Skobe Z. In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:732-7.
 31. Degidi M, Perrotti V, Shibli JA, Novaes AB, Piattelli A, Iezzi G. Equicrestal and subcrestal dental implants: a histologic and histomorphometric evaluation of nine retrieved human implants. *J Periodontol* 2011;82:708-15.
 32. Koh RU, Oh TJ, Rudek I, Neiva GF, Misch CE, Rothman ED *et al.* Hard and soft tissue changes after crestal and subcrestal immediate implant placement. *J Periodontol* 2011;82:1112-20.
 33. Donovan R, Fetner A, Koutouzis T, Lundgren T. Crestal bone changes around implants with reduced abutment diameter placed non-submerged and at subcrestal positions: a 1-year radiographic evaluation. *J Periodontol* 2010;81:428-34.
 34. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:9-17.

Conflicts of interest.—The authors certify that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.

Received on October 11, 2014.

Accepted for publication on November 11, 2014.

Impianti corti a connessione conometrica inseriti in posizione sottocrestale nei settori posteriori dei mascellari: stabilità dei livelli ossei e dei tessuti peri-implantari a 2 anni dal carico protesico

Gli impianti osteointegrati sono diventati una valida opzione terapeutica per la sostituzione degli elementi dentari perduti¹. Partendo dalla riabilitazione dell'edentulia totale mandibolare e mascellare², si è passati a trattare creste edentule distali, lacune intercalate e infine all'utilizzo degli impianti osteointegrati per la sostituzione di singoli elementi³.

Esistono, tuttavia, casi in cui il volume osseo a disposizione non possiede le caratteristiche richieste per il posizionamento di un impianto di dimensioni standard, soprattutto nei settori posteriori del mascellare posteriore, in cui la perdita ossea spesso precede o accompagna la perdita degli elementi dentari. Una parte di questi casi sono oggi risolti grazie ai progressi delle tecniche di chirurgia preprotetica, come il grande rialzo del seno mascellare, gli innesti ossei in blocco o particolati, di tipo eterologo, omologo e autologo⁴⁻⁶. Queste tecniche, seppur affidabili e affinate nel tempo, presentano un certo grado di difficoltà procedurale e di morbilità per il paziente nella fase intra e postoperatoria^{7, 8}. Inoltre, mentre tali procedure hanno fornito risultati soddisfacenti nel trattamento dei difetti ossei orizzontali, nel trattamento dei deficit di verticalità è stato osservato un maggiore riassorbimento dell'innesto⁹. Anche la presenza di alcune condizioni socio-economiche, e la scarsa compliance di alcuni pazienti, limitano ulteriormente l'impiego delle tecniche chirurgiche preprotetiche. Per questo motivo l'attenzione dei clinici e della letteratura scientifica si è progressivamente focalizzata sulle possibilità di utilizzo di impianti cosiddetti corti. I risultati iniziali non furono però paragonabili a quelli ottenuti con impianti standard¹⁰ e la causa dei primi fallimenti era probabilmente la ridotta area di contatto tra osso e impianto, che non consentiva una adeguata distribuzione degli stress trasmessi all'osso durante il carico¹¹. L'introduzione delle superfici implantari ruvide ha permesso di aumentare l'area a disposizione per il contatto tra osso e impianto¹², e i lavori di diversi autori hanno documentato un progressivo aumento delle percentuali di successo¹³⁻¹⁶. L'aumento della ruvidità, però, se da un lato costituisce un fattore favorevole ai fini di una più rapida e salda osteointegrazione, oltre ad un certo limite favorisce la contaminazione della superficie quando parte di questa si trova esposta ai batteri e ai fluidi orali¹⁷⁻¹⁹. L'esposizione di parte della superficie implantare ai fluidi orali è un fenomeno pressoché costante, a causa di un riassorbimento osseo crestale che avvie-

ne durante il periodo di guarigione subito dopo l'inserimento dell'impianto. Questo fenomeno è stato spiegato da Berglundh e Lindhe con l'instaurarsi di una ampiezza biologica stabile intorno agli impianti, al pari di ciò che succede intorno ai denti naturali²⁰. Un altro fattore che contribuisce al rimaneggiamento della cresta ossea è la presenza di micro gaps a livello della connessione tra impianto e abutment negli impianti a due fasi, colonizzabili da batteri in grado di avviare una reazione infiammatoria locale²¹. Lo scopo di questo studio è, pertanto, quello di valutare l'impatto del posizionamento sottocrestale di impianti corti con design a plateau, dotati di una connessione tra impianto e abutment di tipo conometrico, sull'altezza della cresta ossea e sulla stabilità dei tessuti perimplantari in pazienti affetti da edentulia dei settori latero-posteriori del mascellare superiore e della mandibola.

Materiali e metodi

Disegno dello studio e selezione del campione

Il presente lavoro è uno studio clinico caso-controllo retrospettivo a 2 anni di osservazione. Il campione è una popolazione di pazienti che ha ricevuto trattamenti nei settori posteriori di mascella e mandibola per il posizionamento di almeno un impianto corto, a connessione conometrica, nel periodo tra l'1 gennaio 2009 e il 31 dicembre 2011. Gli impianti sono poi stati lasciati in guarigione sommersa per un periodo medio di 4 mesi (6 mesi per gli impianti inseriti nel mascellare posteriore con tecnica del minirialzo di seno mascellare). Successivamente è stato eseguito l'intervento di riapertura per il posizionamento dei tappi di guarigione transmucosi. I manufatti protesici sono stati consegnati a distanza di un mese dall'intervento di riapertura. Gli impianti sono stati protesizzati con corone singole oppure mediante protesi splintate. Ai pazienti è stato infine raccomandato di mantenere un protocollo di mantenimento con sedute di igiene orale professionale a cadenza variabile in base alle singole necessità, ma mai superiore ai sei mesi.

Visita di richiamo

Tutti i pazienti sono stati richiamati nel periodo tra maggio 2013 e settembre 2013. Il fallimento implantare, consistente nel momento in cui l'impianto

viene estratto, è stato il primo parametro registrato. In base al posizionamento chirurgico sottocrestale (t0) degli impianti è stato possibile identificare due gruppi: Gruppo 1, costituito da impianti posizionati meno di 2 mm sotto la cresta ossea; Gruppo 2, rappresentato da impianti posizionati 2 mm o più sotto la cresta ossea (Figura 1).

Valutazione dei livelli ossei perimplantari

La valutazione del livello osseo perimplantare è stata condotta mediante scansione e digitalizzazione di radiografie endorali eseguite con tecnica a raggi paralleli utilizzando il centratore Rinn²² (Rinn XCP Posterior Aiming Ring-Yellow; Dentsply, Elgin, IL, USA). Le variazioni del livello osseo marginale sono state valutate con una tecnica di misurazione computerizzata (Image J Software, National Institute of Health, Bethesda, MD, USA) confrontando le radiografie eseguite al momento del posizionamento degli impianti (t0), al momento del carico protesico (t1) e alla visita di richiamo a distanza (t2). Per correggere la distorsione dell'immagine radiografica, la dimensione apparente di ogni impianto (misurata direttamente sulla radiografia) è stata confrontata con la lunghezza reale per stabilire, con adeguata precisione, la quantità di eventuale perdita ossea verticale a livello mesiale e distale dell'impianto. Prendendo come riferimento per le misurazioni l'interfaccia tra impianto e abutment (*implant-abutment interface*, IAI) è stato misurato il livello della cresta ossea (CB). Tale misurazione è stata calcolata, sui versanti mesiale e distale, prendendo in considerazione la distanza lineare, con decorso parallelo ai lati del corpo implantare, tra IAI e il punto più alto della cresta ossea prossimale. È stato attribuito un valore positivo quando la cresta era localizzata coronalmente alla IAI e un valore negativo quando la CB era situata apicalmente alla IAI. Per ogni impianto è stato calcolato un valore medio mesio-distale della cresta ossea (CB). Anche il riassorbimento osseo crestale tra l'intervallo t1 (carico protesico) e t2 (visita di richiamo) è stato una variabile oggetto di questo studio (Figura 2).

Valutazione dei tessuti molli perimplantari

La stabilità dei tessuti perimplantari è stata valutata utilizzando una sonda parodontale millimetrata e applicando una forza di lieve intensità. Per ogni sito implantare sono stati presi in considerazione quattro parametri riguardanti i tessuti molli. L'indice di sanguinamento (mBI) e l'indice di placca (mPLI) perimplantari, modificati secondo quanto riportato in letteratura da Mombelli²³, sono stati registrati sui lati vestibolare e palatale di ogni impianto oggetto dello studio, distinguendo per ogni versante tre siti (mesiale, centrale, distale). Allo stesso modo, le misurazioni della profondità di sondaggio perimplantare sono state compiute sui sei siti. La quantità di tessuto cheratinizzato è stata valutata misurando la

distanza tra lo zenit del margine gengivale vestibolare e la linea mucogengivale.

Analisi statistica

Le misurazioni sono state inserite all'interno di un database creato con Microsoft Excel 2011, e sono stati eseguiti appropriati controlli per verificare la presenza di errori. Per tutte le variabili oggetto dello studio è stata svolta una statistica. Per analizzare la presenza di differenze tra i due gruppi di impianti riguardo i parametri clinici e radiografici peri-implantari sono stati svolti test *t* di Student per campioni indipendenti. Infine sono stati eseguiti modelli di regressione lineare (ANOVA) per studiare la dipendenza delle variabili studiate dal livello di posizionamento sottocrestale. L'analisi statistica è stata eseguita utilizzando il programma SPSS 22.0 (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY, USA: IBM Corp). Il livello di significatività è stato impostato ad un valore di $P < 0,05$.

Risultati

Sono stati inclusi in questo studio 61 pazienti, 26 maschi e 35 femmine, di età media pari $52,4 \pm 10$ anni (range 34-83) (Tabella I). Sono stati studiati complessivamente 143 impianti, di cui 79 nel mascellare posteriore e 64 nella mandibola posteriore (Tabella II). Il periodo medio di osservazione dal momento del posizionamento è stato di $31 \pm 11,3$ mesi, mentre il periodo di osservazione medio dal momento del carico protesico è stato di $24,4 \pm 12,6$ mesi (Figura 3).

Sono stati rimossi complessivamente sei impianti, quattro localizzati al mascellare posteriore e due in sede mandibolare. Tre impianti, tutti posizionati nei settori lateroposteriori dei mascellari superiori, sono stati rimossi prima del carico protesico: uno è stato rimosso un mese dopo il posizionamento a causa di infezione del sito chirurgico in un paziente fumatore; due sono stati rimossi al momento della seconda fase chirurgica per mancata osteointegrazione.

Due impianti sono stati rimossi a distanza di un anno dal carico, mentre un impianto è fallito due anni dopo il carico protesico, tutti e tre a causa di peri-implantite (Tabella III).

È stato così possibile analizzare complessivamente un totale di 137 impianti al momento t2.

Posizionamento sottocrestale

Il valore medio di posizionamento sottocrestale è stato di 2,04 mm sul versante mesiale e di 1,86 mm sul versante distale. Nel Gruppo 1 sono stati valutati 80 impianti, la cui profondità media di posizionamento rispetto alla cresta ossea è stata pari a 1,28 mm, mentre nel Gruppo 2 sono stati valutati 57 impianti, posizionati in 2,89 mm sotto la cresta

ossea. L'analisi statistica effettuata mediante test *t* di Student ha confermato la presenza di una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi di studio per quanto riguarda la profondità di inserimento sottocrestale degli impianti ($P < 0,0001$).

Livelli ossei peri-implantari

Al momento del carico protesico (t1), i livelli medi di altezza dell'osso crestale sono stati 1,11 mm, 0,72 mm nel Gruppo 1 e 1,67 mm nel Gruppo 2, con differenze statisticamente significative tra i due gruppi ($P < 0,0001$). Alla visita di richiamo (t2) l'altezza media dell'osso crestale è stata 0,86 mm, 0,51 mm nel Gruppo 1 e 1,35 mm nel Gruppo 2, con differenze statisticamente significative tra i due gruppi ($P < 0,0001$). Il riassorbimento osseo crestale nell'intervallo t1àt2 è stato 0,25 mm, 0,20 mm nel Gruppo 1 e 0,32 mm nel Gruppo 2, senza differenze statisticamente significative tra i due gruppi ($P = 0,30$). I modelli di regressione lineare hanno confermato la dipendenza dell'altezza della cresta ossea peri-implantare dalla profondità di inserimento sottocrestale dell'impianto ad ogni intervallo studiato ($P < 0,0001$), mentre il riassorbimento osseo crestale nell'intervallo tra carico protesico e visita di richiamo (t1àt2) è risultato indipendente ($P = 0,12$) (Tabella IV).

Tessuti molli peri-implantari

Per quanto riguarda i parametri clinici rilevati alla visita di richiamo (t2), il valore medio di ampiezza del tessuto cheratinizzato peri-implantare riscontrato è stato 2,16 mm, 1,97 mm nel Gruppo 1 e 2,41 mm nel Gruppo 2, con differenze statisticamente significative tra i due gruppi ($P < 0,05$). L'indice di sanguinamento modificato (mBI) è stato complessivamente 0,24, 0,22 nel Gruppo 1 e 0,28 nel Gruppo 2, senza differenze statisticamente significative ($P = 0,28$), mentre l'indice di placca modificato, risultato mediamente 0,17, è stato 0,21 nel Gruppo 1 e 0,12 nel Gruppo 2, senza differenze statisticamente significative ($P = 0,17$). La profondità di sondaggio media (PPD) rilevata è stata 2,34 mm, 2,27 mm nel Gruppo 1 e 2,44 mm nel Gruppo 2, senza differenze statisticamente significative tra i due gruppi ($P = 0,17$). Nessuno dei parametri clinici riguardanti i tessuti molli peri-implantari è risultato dipendere significativamente dalla profondità di posizionamento sottocrestale dell'impianto, ad eccezione dell'ampiezza del tessuto cheratinizzato peri-implantare ($P < 0,05$).

Discussione

Gli impianti corti sono diventati al giorno d'oggi una valida alternativa per la riabilitazione dei mascellari atrofici, e diversi Autori ne hanno ormai documentato il loro utilizzo con successo. Negli

ultimi anni sono stati condotti diversi studi che hanno analizzato le alterazioni dei livelli ossei peri-implantari causate dal posizionamento sottocrestale degli impianti. L'utilizzo di impianti inseriti sotto la cresta ossea consentirebbe infatti l'utilizzo di cap-pette di guarigione dotate di un adeguato profilo di emergenza e la sostituzione delle componenti protesiche in caso di recessioni dei tessuti molli²⁴. I risultati riportati in letteratura sono tuttavia contrastanti. Hermann *et al.*²⁵ hanno studiato la variazione dei livelli ossei per impianti posizionati a differente profondità in relazione alla cresta ossea alveolare ed in relazione al tipo di guarigione (som-mersa *vs.* transmucosa). Gli autori concludevano che la presenza di un microgap a livello dell'interfaccia impianto/abutment e la sua localizzazione in relazione alla cresta ossea influenzava le dimensioni dei tessuti molli peri-implantari, che si presentavano più estesi verticalmente negli impianti inseriti in posizione sottocrestale²⁶. Todescan *et al.*²⁷ in uno studio istologico condotto posizionando impianti a differente profondità in relazione alla cresta ossea, hanno riportato una maggiore espansione verticale dell'epitelio giunzionale e del tessuto connettivo peri-implantare in relazione alla maggiore profondità di inserimento sottocrestale. Gli Autori osservavano tuttavia che se gli impianti venivano posizionati sotto la cresta ossea, la distanza del primo punto di contatto tra osso e impianto dalla giunzione tra impianto e abutment era inferiore. Anche Pontes *et al.*²⁸ hanno osservato che, aumentando la profondità di inserimento sottocrestale, il primo punto di contatto tra osso e impianto si localizzava ad un livello più apicale rispetto all'estremità coronale della cresta ossea. Questo fenomeno però non causava secondo gli autori un maggiore riassorbimento della cresta ossea, dimostrando quindi che i picchi ossei possono localizzarsi al di sopra dell'interfaccia impianto/abutment, anche quando questa viene a trovarsi sotto la cresta ossea. La discordanza dei risultati riportati in letteratura potrebbe essere legata alle differenti caratteristiche dei sistemi implantari utilizzati, ed in particolar modo alle proprietà di sigillo attribuibili al sistema di connessione tra impianto e abutment. Gross *et al.*²⁹ in uno studio in vitro effettuato per testare differenti tipi di connessione tra impianto e abutment, riscontravano la presenza di un microgap colonizzato da batteri a livello di tutte le connessioni studiate. Dibart *et al.*³⁰ hanno tuttavia ottenuto risultati più promettenti studiando in vitro le proprietà di un sistema di connessione di tipo "locking taper" identico a quello utilizzato nel presente studio. Gli autori riportavano non si osservava infiltrazione batterica né dall'esterno verso l'interno (pozzetto) dell'impianto, né dall'interno verso l'ambiente esterno. La presenza di una connessione impenetrabile all'infiltrazione batterica potrebbe essere quindi un importante fattore che, limitando la presenza di colonie batteriche in tale area, potrebbe garantire una riduzione dell'infiltrato infiammatorio

e quindi del riassorbimento osseo iniziale. Degidi *et al.*³¹, utilizzando un sistema implantare dotato di una connessione a serraggio conico, osservava che negli impianti inseriti in posizione sottocrestale preservano la cresta ossea peri-implantare si estendeva oltre l'interfaccia impianto e abutment, ed il riassorbimento osseo a carico di questi impianti era paragonabile a quello osservato per gli impianti posizionati a livello equicrestale. Risultati sovrapponibili sono riportati in letteratura da diversi autori che hanno testato impianti con queste caratteristiche^{32, 33}. Nel discutere questi risultati, gli autori sottolineavano l'importanza delle proprietà di sigillo intrinseche al tipo di connessione, e l'importanza del concetto di "platform switching"³⁴.

In questo studio tutti gli impianti osservati sono stati posizionati al di sotto della cresta ossea alveolare. I risultati riportati hanno dimostrato che la profondità di inserimento sottocrestale non influenza il grado di riassorbimento osseo crestale durante il periodo di carico protesico. Confrontando il presente studio con i lavori precedentemente citati, sembra ragionevole pensare che l'utilizzo di un sistema implantare che adotta una connessione tra impianto e abutment di tipo conometrico porti dei benefici in termini di stabilità dei livelli ossei, anche nei casi in cui l'interfaccia impianto/abutment venga localizzato sotto la cresta ossea peri-implantare. L'affidabilità di questo tipo di connessione è stata confermata in questo studio dall'ottima salute dei tessuti peri-implantari, confermata clinicamente dai minimi livelli di profondità di sondaggio e di sanguinamento al sondaggio.

Conclusioni

Nonostante i limiti di questo studio retrospettivo, la profondità di inserimento sottocrestale non sembra aver influenzato il grado di riassorbimento osseo crestale durante il periodo di carico protesico, né la salute dei tessuti molli peri-implantari per quanto riguarda il sistema implantare adottato. Il maggiore posizionamento dell'impianto sottocrestale ha portato a un livello superiore di cresta ossea peri-implantare, sia dopo il periodo di osteointegrazione che dopo il periodo di carico. Questi risultati necessitano però di essere confermati da ulteriori studi con un periodo di follow-up più lungo.

Riassunto

Obiettivo. Valutare l'influenza del livello di posizionamento subcrestale di impianti corti con connessione conometrica sui livelli di osso crestale e sulla salute dei tessuti molli.

Metodi. Il presente lavoro è uno studio clinico caso-controllo retrospettivo condotto tra maggio 2013 e settembre 2013. Il campione è composto da pazienti

sottoposti al posizionamento di almeno un impianto con design a plateau, connessione conometrica e lunghezza compresa tra 5 e 8 mm (Bicon LLC, Boston, MA, USA) nelle aree posteriori della mascella e mandibola tra gennaio 2009 e dicembre 2011. In base al posizionamento chirurgico sottocrestale (t0) degli impianti sono stati identificati due gruppi: Gruppo 1, costituito da impianti posizionati meno di 2 mm sotto la cresta ossea; Gruppo 2, rappresentato da impianti posizionati 2 mm o più sotto la cresta ossea. Le variabili primarie sono state l'altezza della cresta ossea peri-implantare a tutti gli intervalli di osservazione osso crestale e la perdita di tessuto osseo peri-implantare tra carico protesico e l'ultima visita di controllo (t1-t2). I parametri clinici relativi ai tessuti molli peri-implantari sono stati valutati alla visita di follow-up. Test t sono stati condotti per identificare differenze statisticamente significative tra i gruppi di impianti, seguiti da modelli di regressione lineare per testare la dipendenza delle variabili di studio dal posizionamento sottocrestale. Il livello di significatività è stato fissato a $P < 0,05$.

Risultati. Sono stati inclusi in questo studio 61 pazienti, e sono stati studiati complessivamente 143 impianti, di cui 79 nel mascellare posteriore e 64 nella mandibola posteriore, seguiti per un periodo medio di 31 mesi. Ottanta impianti sono stati inseriti meno di 2 mm sotto la cresta (media 1,28 mm), mentre 57 impianti sono stati inseriti 2 mm o più sotto la cresta (media 2,97 mm). Al carico protesico (t1), l'altezza media dell'osso crestale era 1,11 mm, con differenze statisticamente significative tra i gruppi ($P < 0,05$). Anche all visita di follow-up (t2) i livelli di osso crestale presentavano differenze statisticamente significative tra i gruppi (Gruppo 1=0,51 mm; Gruppo 2=1,35 mm; $P < 0,05$). Il riassorbimento osseo crestale nell'intervallo t1-t2 è stato 0,25 mm, 0,20 mm nel Gruppo 1 e 0,32 mm nel Gruppo 2, senza differenze statisticamente significative tra i due gruppi ($P = 0,30$). Riguardo i tessuti peri-implantari, l'ampiezza della mucosa cheratinizzata è stata in media 2,16 mm, il mBI è stato 0,24, il mPI è stato 0,17 e il PD medio è stato 2,34 mm. È stata osservata differenza significativa tra i gruppi per quanto riguarda l'ampiezza di mucosa cheratinizzata (Gruppo 1: 1,97 mm; Gruppo 2: 2,41 mm; $P < 0,05$), ma non per gli altri parametri clinici. I modelli di regressione lineare hanno confermato la dipendenza dei livelli di osso crestale dal posizionamento sottocrestale ($P < 0,05$).

Conclusioni. Il maggiore posizionamento sottocrestale ha portato a una maggiore altezza della cresta ossea, sia dopo il periodo di osteointegrazione che dopo il periodo di carico. Gli impianti studiati hanno mostrato una buona condizione dei tessuti peri-implantari. Questi risultati necessitano di essere confermati da ulteriori studi con un periodo di follow-up più lungo.

PAROLE CHIAVE: impianti corti; posizionamento sottocrestale; connessione conometrica.