

Valutazione dell'ingaggio osseo in implantologia zigomatica: tre tecniche chirurgiche a confronto

Assessment of bone engagement in zygomatic implantology: a comparison of three surgical techniques

Ricevuto il 27 settembre 2023
Accettato il 27 novembre 2023

*Autore di riferimento
Greta Previderè
greta98p@live.it

Andrea Enrico Borgonovo¹
Greta Previderè^{1*}
Andrea Emanuele Luca¹
Alessandro Remigio Bolzoni²
Francesco Gallo³
Francesco Montan²
Pawel Aleksandrowicz⁴
Aldo Bruno Gianni²
Dino Re⁵

¹Reparto Universitario di Estetica Dentale, Istituto Stomatologico Italiano, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia

²Dipartimento di Scienze Biomediche, Chirurgiche e Odontoiatriche, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia - U.O.C di Chirurgia Maxillo-Facciale e Odontostomatologia, Fondazione Ca' Granda IRCSS Ospedale Maggiore Policlinico, Milano, Italia

³Dipartimento di Scienze Biomediche, Chirurgiche e Odontoiatriche, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia - Reparto Maxillo-Facciale, Istituto Stomatologico Italiano, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia

⁴Reparto di Parodontologia, Università di Medicina di Lublino, Lublino, Polonia

⁵Reparto Universitario di Estetica Dentale, Istituto Stomatologico Italiano, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia - Dipartimento di Scienze Biomediche, Chirurgiche e Odontoiatriche, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia

RIASSUNTO

OBIETTIVI

L'obiettivo di questo studio è stato quello di valutare l'ingaggio osseo (BIC - Bone to Implant Contact) degli impianti zigomatici utilizzati per la riabilitazione implanto-protetica di pazienti affetti da grave atrofia del mascellare superiore, utilizzando tre diverse tecniche chirurgiche, la tecnica Settoriale, la tecnica Hybrid e la tecnica Quad Zygoma.

MATERIALI E METODI

Il campione dello studio comprende un totale di 71 pazienti sottoposti a chirurgia a partire dall'an-

no 2016, di cui 49 di sesso femminile e 22 di sesso maschile. Dei 71 casi trattati, 19 vengono classificati come riabilitazioni Settoriale, 34 come Hybrid e 18 come riabilitazioni di tipo Quad, per un totale di 152 impianti zigomatici, in quanto 3 pazienti sono stati considerati come drop out a causa del campo visivo (FOV) inadeguato delle CBCT post-operatorie.

Gli impianti dentali sono stati inseriti da diversi operatori provenienti da centri diversi. Le scansioni Cone Beam CT post-operatorie sono state analizzate utilizzando un software di rendering 3D chiamato

RealGUIDE (3DIEMME, Como, Italia). Lo studio delle Cone Beam ha permesso di misurare l'ingaggio osseo nella corticale interna ed esterna dell'osso zigomatico in tagli coronali (BIC 1) e sagittali (BIC 2) per ciascun impianto. I dati sono stati organizzati in Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, Washington DC per l'analisi statistica.

RISULTATI E DISCUSSIONE

L'analisi statistica ha rivelato che la tecnica Quad presenta valori significativamente più alti di BIC 1 nella corticale interna rispetto alla tecnica Hybrid (2,2 mm, p =

0,011), mentre la tecnica Settoriale non ha mostrato differenze significative. Per quanto riguarda il BIC 1 nella corticale esterna, Quad e Hybrid hanno mostrato valori simili, mentre la tecnica Settoriale è risultata inferiore rispetto alla tecnica Hybrid (2,7 mm, p = 0,006). Per quanto riguarda i valori di BIC 2 nella corticale interna, le riabilitazioni Quad hanno mostrato un ingaggio osseo maggiore, ma non significativa dal punto di vista statistico (p = 0,091). Per quanto riguarda il BIC 2 nella corticale esterna, Quad e Hybrid hanno mostrato valori simili, mentre la

tecnica Settoriale ha mostrato un BIC inferiore ($p = 0,022$).

CONCLUSIONI

Gli impianti zigomatici settoriali hanno mostrato un minore ingaggio osseo nella corticale esterna rispetto alle tecniche Hybrid e Quad. Gli impianti Quad hanno mostrato un maggiore ingaggio osseo nella corticale interna rispetto alle tecniche Settoriale e Hybrid.

SIGNIFICATO CLINICO

Lo studio in esame assume rilevanza clinica in virtù della sua capacità di fornire dati di riferimento per la determinazione ottimale della lunghezza della componente filettata degli impianti zigomatici. Questi dati possono essere impiegati come punto di partenza per lo sviluppo di impianti zigomatici con componenti filettata di lunghezza coerente con gli effettivi valori di ingaggio.

Inoltre, allo scopo di ottimizzare la distribuzione delle forze tra gli impianti potrebbe dimostrarsi utile ricorrere a una strategia fondata sull'impiego di più impianti monolaterali assiali nelle situazioni di riabilitazioni a livello settoriale associate a un singolo impianto zigomatico.

In linea di principio dallo studio si evince che sarebbe consigliabile durante la fase di progettazione protesica considerare l'inseri-

mento di un impianto pterigoideo nelle riabilitazioni Quad Zygoma per ridurre il cantilever protesico e migliorare la distribuzione delle forze.

PAROLE CHIAVE

- Impianti zigomatici
- Ingaggio osseo zigomatico
- Quad Zygoma
- Hybrid Zygoma
- Reperi anatomici

ABSTRACT

OBJECTIVES

This preliminary study aimed to assess bone engagement (BIC - Bone to Implant Contact) in zygomatic implants used for implant-prosthetic rehabilitation in patients with severe maxillary atrophy, utilizing three different surgical techniques: the Sectorial technique, the Hybrid technique and the Quad Zygoma technique.

MATERIALS AND METHODS

The study sample includes a total of 71 patients were subjected to surgery starting from the year 2016, including 49 females and 22 males. Among the 71 cases, 19 were classified as Sectorial rehabilitations, 34 as Hybrid, and 18 as Quad rehabilitations, resulting in a total of 152 zygomatic implants. Three patients were considered drop out due to inadequate field of view (FOV) in the post-operative Cone Beam CT scans.

The dental implants were placed by different operators from various centers. Post-operative Cone Beam CT scans were analyzed using 3D rendering software called RealGUIDE (3DIEMME, Como, Italy). The Cone Beam study allowed for measuring bone engagement in the inner and outer cortical bone of the zygomatic bone in coronal (BIC 1) and sagittal (BIC 2) sections for each implant. The data were organized in Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, Washington DC) for statistical analysis.

RESULTS AND DISCUSSION

The analysis revealed that Quad technique exhibited significantly higher internal cortical BIC 1 values compared to Hybrid (by 2.2 mm, $p = 0.011$), while Sectorial showed no significant difference. In terms of external cortical BIC 1, Quad and Hybrid had similar values, while Sectorial was lower

than Hybrid (by 2.7 mm, $p = 0.006$). Regarding BIC 2 internal cortical values, Quad had the highest but statistically insignificant engagement ($p = 0.091$). For BIC 2 external cortical, Quad and Hybrid had similar values, while Sectorial had lower engagement ($p = 0.022$).

CONCLUSIONS

Sectorial zygomatic implants showed lower bone engagement in the outer cortical bone compared to the Hybrid and Quad techniques. Quad implants exhibited higher bone engagement in the inner cortical bone compared to the Sectorial and Hybrid techniques.

CLINICAL SIGNIFICANCE

The present study is clinically relevant due to its ability to provide reference data for determining the optimal length of the threaded component of zygomatic im-

plants. These data can serve as a starting point for the development of zygomatic implants with a threaded component length consistent with actual engagement values. Additionally, to optimize force distribution between implants, it may be useful to employ a strategy based on the use of multiple unilateral axial implants in Sectorial rehabilitations associated with a single zygomatic implant.

Moreover, the study suggests that during prosthetic design, it is advisable to consider the placement of a pterygoid implant in Quad Zygoma rehabilitations to reduce prosthetic cantilever and improve force distribution.

KEY WORDS

- Zygomatic implants
- Bone engagement
- Quad Zygoma
- Hybrid Zygoma
- Skeletal landmarks

1. INTRODUZIONE

Lo scopo dello studio è la valutazione dell'ingaggio osseo (BIC, Bone to Implant Contact) degli impianti zigomatici per la riabilitazione implanto-protetica di pazienti affetti da grave atrofia del mascellare superiore mediante tre diverse tecniche chirurgiche: la tecnica Settoriale, la tecnica Hybrid e la tecnica Quad Zygoma.

In particolare, la tecnica Settoriale prevede l'utilizzo di un singolo impianto zigomatico, unitamente a impianti monolaterali assiali, inserito nei settori posteriori del mascellare di pazienti parzialmente edentuli con atrofia mascellare (fig. 1).

La tecnica Hybrid prevede l'utilizzo di impianti zigomatici inseriti nei settori posteriori del mascellare combinati a impianti tradizionali posizionati nei settori anteriori (fig. 2).

La tecnica Quad permette il posizionamento di quattro impianti zigomatici, nei casi in cui l'osso residuo risulti estremamente ridotto da non permettere il posizionamento di impianti tradizionali nella zona anteriore della maxilla (fig. 3).

Grazie all'utilizzo di un programma di rendering 3D sono state analizzate le Cone Beam CT post-operatorie dei pazienti che necessitavano di riabilitazione implanto-protetica mediante impianti zigomatici e su di esse è stato valutato l'ingaggio osseo degli impianti.

L'analisi è stata condotta prendendo in considerazione quattro valori per ciascun impianto, in particolare il valore dell'ingaggio che si instaura nella corticale interna ed esterna dell'osso zigomatico sia nel taglio coronale (che nello studio risulteranno individuate come BIC 1) sia nel taglio sagittale (BIC 2) delle tomografie computerizzate.

Lo studio si pone come obiettivo primario quello di valutare differenze in termini di significatività tra i tre gruppi di pazien-

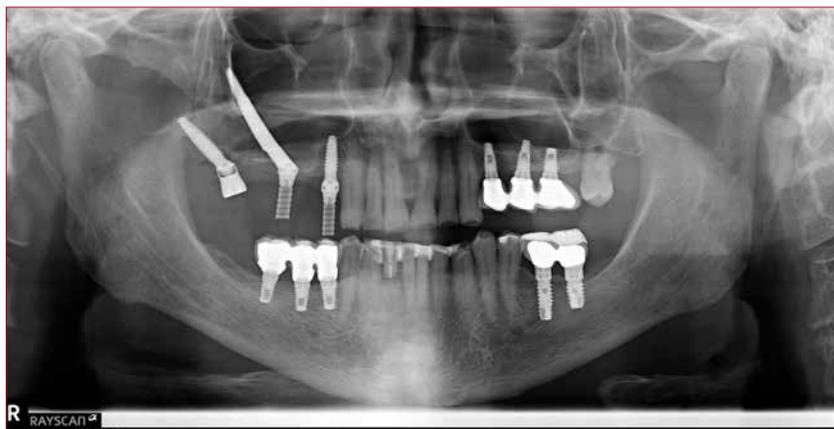


Fig. 1 Ortopantomografia di una riabilitazione implantare con tecnica Settoriale



Fig. 2 Ortopantomografia di una riabilitazione implantare con tecnica Hybrid

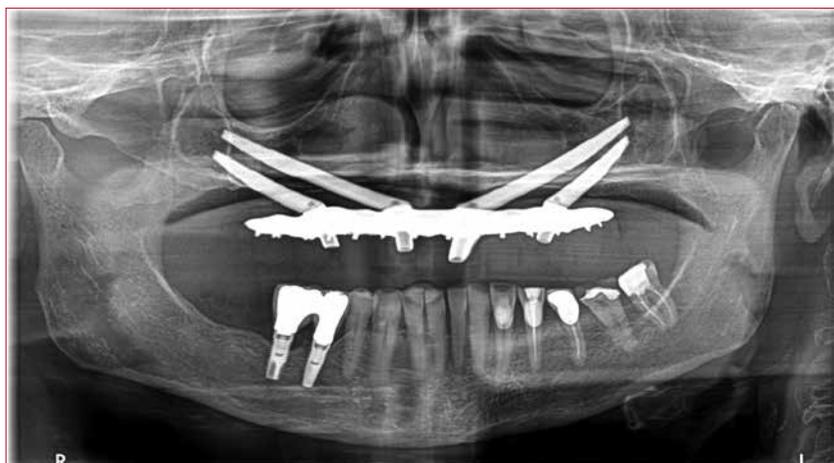


Fig. 3 Ortopantomografia di una riabilitazione implantare con tecnica Quad

ti valutando l'ingaggio osseo (bone engagement). Il secondo obiettivo è quello di valutare se esistono differenze in ter-

mini di significatività tra gli impianti anteriori e posteriori della tecnica Quad nell'ingaggio osseo.

2. MATERIALI E METODI

Il campione dello studio comprende 71 pazienti sottoposti a chirurgia per il posizionamento di impianti zigomatici a partire dall'anno 2016, di cui 49 di sesso femminile e 22 di sesso maschile; il rapporto M/F risulta essere costituito dal 30,99% di pazienti maschi e dal 69,01% di pazienti femmine.

Gli impianti valutati sono stati inseriti da diversi operatori, provenienti da centri diversi, in particolare presso il blocco operatorio dell'Istituto Stomatologico Italiano (Milano), il blocco operatorio del Dipartimento di Parodontologia dell'Università di Lublino (Polonia), la Clinica Briantea Odontostomatologica (Albate, Monza Brianza) e la Clinica Mirò Dental Medical Center (Bolzano). Alcuni pazienti, inoltre, sono stati trattati in libera professione presso ambulatori privati.

Durante la fase pre-operatoria sono state valutate attentamente le cartelle di tutti i pazienti selezionati ed estrapolate informazioni relative all'anagrafica (età al

momento dell'intervento, sesso) e all'anamnesi medica patologica e farmacologica dei soggetti trattati, soprattutto nei casi in cui fossero riscontrate condizioni cliniche di particolare interesse per l'atto chirurgico o per la riabilitazione implantoprotesica.

Tutti i pazienti sono stati informati di essere oggetto dello studio, previa compilazione del consenso informato.

I pazienti considerati idonei per lo studio soddisfacevano i seguenti criteri di inclusione:

- grave atrofia del mascellare superiore di classe V/VI/VII secondo la classificazione di Cawood e Howell;
- salute generale che non precludeva l'intervento chirurgico;
- posizionamento di almeno 1 impianto zigomatico.

I pazienti inclusi nello studio sono stati successivamente inseriti in una tabella di Excel in cui sono stati valutati diversi parametri quali:

- sesso;
- tipo di riabilitazione (Settoriale, Hybrid o Quad Zygoma);
- marca implantare;
- posizione dell'impianto;
- lunghezza dell'impianto;
- diametro dell'impianto;
- BIC della corticale interna sul taglio coronale (BIC 1);
- BIC della corticale esterna sul taglio coronale (BIC 1);
- BIC della corticale interna sul taglio sagittale (BIC 2);
- BIC della corticale esterna sul taglio sagittale (BIC 2).

I dati raccolti sono stati organizzati in una tabella realizzata con Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, Washington DC).

Le informazioni raccolte (**tab. I**) per ogni caso clinico sono state:

- nome e cognome del paziente;
- sesso del paziente;
- tipo di riabilitazione. In base alle necessità sono stati inseriti due o quat-

Tab. I Pazienti arruolati per lo studio

N.	Sesso	Riabilitazione	Marca	Sede	Diametro	Lunghezza	BIC 1 C.I.	BIC 1 C.E.	BIC 2 C.I.	BIC 2 C.E.
1	F	Settoriale	Noris M.	25	4,2	40	12,4	6,4	6	12,3
2	F	Settoriale	Noris M.	25	4,2	40	21,4	10,4	21,4	10,4
3	M	Hybrid	Straumann Straumann	16 26	4,2 4,2	40 45	7,4 7	17,1 15,8	7,3 7	17 15,8
4	F	Settoriale	Fixo Z.	15	4	40	8,9	16,3	13,2	15
5	F	Settoriale	JDentalCare	25	4,3	40	13,2	14,9	13,2	15
6	M	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	4,3 4,3	42,5 40	7,2 12,1	15,1 15,2	7,2 12,1	15,1 13,8
7	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	4,3 4,3	40 40	26,3 14,6	15,7 20,7	26,2 14,5	15,6 20,8
8	F	Settoriale	JDentalCare	15	4,3	42,5	7,5	19	7,6	19
9	M	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	16 26	4,3 4,3	40 42,5	7,1 7,8	16,5 16,2	7,1 7,8	16,5 16,2
10	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	3,9 3,9	42,5 45	6,5 14,1	17,7 19,5	6,6 14,1	17,7 19,5
11	M	Hybrid	Straumann Straumann	15 25	4,2 4,2	40 45	16,3 9,4	21,6 17,9	16,2 9,3	21,5 17,8
12	F	Hybrid	Noris M. Noris M.	15 25	4,2 4,2	45 45	5,3 4,9	18,1 15,6	5,3 4,9	17,5 15,6
13	M	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	16 26	3,9 3,9	45 47,5	5,7 8,8	16,8 16,5	5,8 8,8	16,7 16,5
14	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	3,9 3,9	47,5 47,5	11,2 10,7	17,4 18,5	11,2 10,5	17,5 18,2

15	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	4,3 4,3	42,5 40	6,3 21,4	18,4 17,4	6,3 21,3	18,4 17,3
16	M	Hybrid	JDentalCare JDentalCare JDentalCare	15 25 26	3,9 3,9 3,9	45 47,5 42,5	11,2 9,7 8,1	17,8 20,1 15,7	11,3 9,7 8,1	17,8 20 15,8
17	M	Settoriale	Jdentalcare	26	4,3	42,5	10,9	20,4	10,8	20,4
18	M	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	3,9 3,9	47,5 47,5	11,1 10,5	22,2 18,5	11,4 10,5	22,1 19,6
19	F	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	12 15 22 25	4,2 4,2 4,2 4,2	50 37,5 47,5 35	13,4 10,4 10,2 8,3	13,1 14 12,3 10,6	13,3 10,5 11 8,5	13,7 14,9 13,4 10,6
20	M	Settoriale	Fixo Z.	15	4	40	9,4	14,8	9,5	15
21	F	Settoriale	Fixo Z.	15	4	45	11,1	18	11,6	18
22	M	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	16 26	4,3 4,3	40 40	6,8 7	20,4 17,8	6,8 6,9	20,3 17,9
23	F	Settoriale	JDentalCare	15	4,3	35	7	14,6	19,5	14,1
24	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	4,3 4,3	40 40	7 20,1	14,6 15,5	19,5 20,1	14,1 15,5
25	M	Settoriale	JDentalCare	15	4,3	40	5,8	9,2	5,8	9,2
26	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	3,9 3,9	45 42,5	11,3 11,6	17,8 18	11,3 11,5	17,9 18
27	F	Settoriale	JDentalCare	15	3,9	45	Drop out	Drop out	Drop out	Drop out
28	F	Hybrid	Aiser Aiser Aiser	14 15 25	3,5 4,2 4,2	45 42 45	7,3 13,2 9,3	10 20,3 18,5	8 19,3 9,6	10,2 13 17,7
29	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare JDentalCare	15 16 25	4,3 4,3 4,3	37,5 47,5 37,5	7,9 9,4 7,5	13,4 16,8 14,3	7,9 11,8 7,4	13,5 16,9 14,3
30	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	4,3 4,3	42,5 42,5	6,2 7,2	19,5 14,7	6,2 7,2	19,4 14,7
31	F	Settoriale	Fixo Z.	25	4	40	9,6	16,4	9,5	16,5
32	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	4,3 4,3	40 40	5,1 10,1	20,6 16,4	5 9,7	18,1 16,4
33	M	Settoriale	Fixo Z.	15	4	45	7,6	16,3	7,7	16,4
34	M	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	16 26	3,9 3,9	45 45	10,2 10	26,8 18,3	10,2 10,2	26,8 18,2
35	F	Settoriale	Fixo Z.	15	4	37,5	10,3	12,4	10,3	12,4
36	F	Hybrid	Aiser Aiser	15 25	4,2 4,2	42,5 42,5	10,5 10,8	23,9 20,9	10,5 10,8	23,9 20,9
37	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	3,9 3,9	47,5 50	6,6 9,6	20,5 23,8	6,5 9,6	19,6 23,5
38	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	3,9 4,3	40 37,5	8,2 10,3	17,8 14,6	8,2 10,2	17,8 14,5
39	M	Hybrid	Noris M. Noris M.	15 25	4,2 4,2	42,5 45	3,6 6,4	8,5 14,1	3,8 6,6	8,7 14,6
40	M	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	16 26	4,3 4,3	40 40	8,7 8,1	19,3 16	8,7 6,8	19,2 16,7
41	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	3,9 3,9	45 45	10,5 9,1	18,5 17,8	10,5 9,1	18,5 17,8
42	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	4,3 4,3	35 37,5	5,2 5,5	13,7 13,5	5,2 5,4	13,7 13,5
43	M	Hybrid	Fixo Z. Fixo Z.	15 25	4 4	45 45	5,5 4,5	16,5 16,7	5,7 4,5	16,4 16,7
44	M	Hybrid	Noris M. Noris M.	15 25	4,2 4,2	50 45	12,9 13,9	20,8 15,5	12,8 14	20,7 15,1
45	F	Settoriale	JDentalCare	25	3,9	40	9,4	12,1	9,4	12,1
46	F	Hybrid	Noris M. Noris M.	15 25	4,2 4,2	35 30	20,5 10,8	16,4 Drop out	20,5 10,5	16,2 Drop out
47	M	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	3,9 3,9	47,5 50	2,1 3,9	10 11,9	2,1 3,9	10 11,9

48	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	4,3 4,3	42,5 42,5	4,4 4,7	15,4 15,1	4,5 14,2	9,6 15,1
49	F	Quad	Fixo Z. Fixo Z. Fixo Z. Fixo Z.	12 15 22 25	4 4 4 4	45 32,5 47,5 32,5	16 16,5 15 15,5	17 14,1 14 15,5	15 16,1 15,2 15,3	17,1 14,1 13,7 15,2
50	F	Quad	JDentalCare JDentalCare JDentalCare JDentalCare	12 15 22 25	3,9 3,9 3,9 3,9	52,5 40 52,5 42,5	10,5 9,4 10 17,9	13,3 16 13 12,5	10,5 9,4 10 11	13,3 16 13,3 12,3
51	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	15 25	3,9 3,9	42,5 40	14,1 13	17 17,3	14,4 13,1	17,3 17,3
52	F	Hybrid	JDentalCare JDentalCare	16 26	4,3 4,3	40 42,5	8,1 11	17,5 14	8 11,1	17,6 14,1
53	M	Settoriale	Fixo Z.	15	4	45	7,7	18,7	7,7	18,7
54	F	Settoriale	iRes	15	4,1	45	7,5	18,7	8,5	18,7
55	F	Settoriale	Fixo Z.	26	4	40	8,3	12,4	8,3	12,4
56	F	Settoriale	Fixo Z.	15	4	40	10,9	13,3	10,9	13,3
57	F	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	12 15 22 25	4,2 4,2 4,2 4,2	50 45 52,5 40	10,1 12,1 10 10	13,1 17,1 14,5 14,4	10,1 12,1 10 10	13,6 17,1 14,5 14,4
58	F	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	12 15 22 25	4,2 4,2 4,2 4,2	50 42,5 50 45	9,9 12,3 9 12,4	23,8 19,6 20,9 25,4	9,9 12,2 9 12,5	23,8 19,7 20,8 25,4
59	M	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	13 15 23 25	4,2 4,2 4,2 4,2	55 42,5 55 42,5	13 13,1 13,3 15,3	26,3 22,3 20,2 23,1	13 13,3 12,2 15,3	26,3 22,3 20,6 23,2
60	F	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	13 16 23 26	4,2 4,2 4,2 4,2	45 30 32,5 30	12 10,2 10,6 11,1	16,4 16,1 16 14,1	12 10,2 10,5 11,1	16,4 16,1 15,9 14,2
61	F	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	12 15 22 25	4,2 4,2 4,2 4,2	50 40 55 40	19,5 11,1 11,3 12,5	23,9 14,3 24,2 18,6	19,5 11,1 11,5 12,5	23,9 14,3 19,6 18,8
62	F	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	13 15 23 25	4,2 4,2 4,2 4,2	60 45 57,5 47,5	10,5 12,6 15,6 8,6	25,3 19,5 22,1 19,1	10,5 12,7 15,6 8,4	24,6 19,1 19,6 19,1
63	M	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	12 15 22 25	4,2 4,2 4,2 4,2	50 45 50 45	12,2 12,2 9,2 14,9	16,3 12,7 17,1 16,4	11 12,3 9,2 14,8	16,2 12,8 17,2 16,3
64	F	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	12 15 22 25	4,2 4,2 4,2 4,2	40 35 45 35	10,2 8,3 8,8 13,2	18,3 14,6 23,4 17,9	9,8 7,5 8 13,2	18,3 14,6 23,4 17,9
65	F	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	13 15 23 25	4,2 4,2 4,2 4,2	55 45 60 40	11,1 7,4 11,8 10	14,2 15,1 13,2 18,3	11,3 7,4 11,3 10	15 15,1 14,2 18,3
66	F	Quad	Noris M. Noris M. Noris M. Noris M.	12 15 22 25	4,2 4,2 4,2 4,2	60 45 60 42,5	14,1 11,8 D. O. 11,8	23,3 19,2 15,5 21	14,2 11,8 D. O. 11,7	22,1 19,2 15,5 22
67	F	Quad	iRes iRes iRes iRes	13 15 23 25	4,2 4,2 4,2 4,2	50 42,5 47,5 35	11,8 8,5 12,2 12,8	20,1 16,2 17,2 15,6	11,1 8,5 11 12,7	20,1 16,1 17,1 15,6

68	F	Quad	iRes	12	4,1	55	8,4	14,7	8,4	14,7
			iRes	15	4,1	45	7,5	8,4	7,5	8,4
			iRes	22	4,1	50	5,5	21,1	5,5	21,1
			iRes	25	4,1	45	5,3	21	5,2	21,1
69	F	Quad	iRes	12	4,2	50	D. O.	D. O.	D. O.	D. O.
			iRes	15	4,2	45	D. O.	D. O.	D. O.	D. O.
			iRes	22	4,2	50	D. O.	D. O.	D. O.	D. O.
			iRes	25	4,2	45	D. O.	D. O.	D. O.	D. O.
70	M	Quad	iRes	12	4,1	50	D. O.	D. O.	D. O.	D. O.
			iRes	15	4,1	40	D. O.	D. O.	D. O.	D. O.
			iRes	22	4,1	50	D. O.	D. O.	D. O.	D. O.
			iRes	25	4,1	45	D. O.	D. O.	D. O.	D. O.
71	F	Quad	iRes	12	4,1	50	17,9	23,8	17,9	23,8
			iRes	15	4,1	40	11,4	18,9	11,4	18,9
			iRes	22	4,1	45	8,7	22,4	8,7	22,4
			iRes	25	4,1	40	14,1	17,8	14,1	17,8

tro impianti zigomatici per la riabilitazione di un'intera arcata, oppure un singolo impianto per la riabilitazione parziale di un'emiarcata. Contestualmente agli zigomatici vengono spesso inseriti da uno a quattro impianti tradizionali nel settore frontale per fornire maggiore supporto per la protesi oppure, nel caso del singolo impianto, nella spina nasale con funzione biomeccanica di rompiforze e migliore distribuzione del carico protesico;

- marca implantare. Le marche implantari utilizzate sono state Noris Medical (Noris Medical S.r.l, Roma, Italia), Straumann (Straumann^o Zygomatic, ZAGA^o, Basilea, Svizzera), Fixo (Fixo Zigoma, Oxy Implant by Biomec S.r.l, Colico, Italia) JDentalCare (JDZygoma, JDentalCare S.r.l, Modena, Italia), Aiser (Aiser Implant System S.r.l, Ginevra, Svizzera) e iRes (iRes SAGL, Mendrisio, Svizzera);
- posizione dell'impianto;
- diametro dell'impianto;
- lunghezza dell'impianto;
- BIC della corticale interna sul taglio coronale (BIC 1);
- BIC della corticale esterna sul taglio coronale (BIC 1);
- BIC della corticale interna sul taglio sagittale (BIC 2);
- BIC della corticale esterna sul taglio sagittale (BIC 2).

I valori del bone engagement sono stati ricavati attraverso lo strumento di misurazione del software di rendering 3D RealGUIDE (RealGUIDE Software, 3DIEMME, Srl, Como, Italia), attraverso cui sono state visualizzate le TC Cone Beam post-operatorie. Per ciascun impianto sono

stati presi in considerazioni quattro valori, valutando il BIC nella corticale esterna e interna dell'osso zigomatico nei due tagli, ossia quello coronale (BIC 1) e quello sagittale (BIC 2). I valori dell'ingaggio osseo nel taglio coronale sono stati definiti BIC 1 (2 valori per corticale esterna e in-

Tab. II Analisi statistica: ingaggio osseo (BIC) nei casi di Hybrid, Quad e Settoriali

Riabilitazione	BIC 1 corticale interna	BIC 1 corticale esterna	BIC 2 Corticale interna	BIC 2 Corticale esterna
Hybrid				
N	71	70	71	70
Media	9,4	17,2	9,9	16,9
Min-max	2,1-26,3	8,5-26,8	2,1-26,2	8,7-26,8
Quad				
N	63	64	63	64
Media	11,6	17,6	11,4	17,6
Min-max	5,3-19,5	8,4-26,3	5,2-19,5	8,4-26,3
Settoriale				
N	18	18	18	18
Media	9,9	14,5	9,9	14,8
Min-max	5,8-21,4	6,4-20,4	5,8-21,4	9,2-20,4
Totale				
N	152	152	152	152
Media	10,4	17,1	10,5	16,9
Min-max	2,1-26,3	6,4-26,8	2,1-26,2	8,4-26,8

terna) e nel taglio sagittale sono stati definiti BIC 2 (2 valori per corticale esterna e interna).

I dati sono stati inviati a uno statistico esterno per l'elaborazione dell'analisi statistica, da cui sono state ottenute diverse informazioni fondamentali (tabb. II, III).

Data la presenza di dati correlati (molteplici impianti entro-paziente), le normali tecniche statistiche che assumono indipendenza tra le osservazioni non sono adeguate. L'analisi del BIC (Bone to Implant Contact) è stata pertanto effettuata utilizzando modelli di regressione lineare a intercetta casuale (*random intercept models*) per tenere conto della correlazione entro-soggetto.

Le analisi sono state effettuate con il software Stata, versione 17 (2021, Stata Corp, TX, Stati Uniti) e il livello di significatività statistica è stato utilizzato allo 0,05.

Dei 71 casi trattati, 19 vengono classificati come riabilitazione di tipo Settoriale, 34 come riabilitazione di tipo Hybrid e 18 come riabilitazione di tipo Quad Zygoma.

Tab. III Analisi statistica: valori p-value e intervallo di confidenza		
	RIAB 2	RIAB 3
BIC 1 corticale interna		
P-value	0,01	0,62
95% C.I.	.4971367 3.813468	-1.488776 2.473598
BIC 1 corticale esterna		
P-value	0,59	0,00
95% C.I.	-1.203955 2.093149	-4.637505 -.7781626
BIC 2 corticale interna		
P-value	0,09	0,95
95% C.I.	-.2432784 3.317193	-2.008248 2.132542
BIC 2 corticale esterna		
P-value	0,43	0,02
95% C.I.	-.9657142 2.248595	-4.042292 -.3098969

Nell'analisi sono stati valutati 68 pazienti e 152 impianti, in quanto 3 pazienti sono stati considerati come drop out a causa delle CBCT post-operatorie, in cui il FOV, essendo troppo basso, non permetteva la visualizzazione corretta dell'intero impianto zigomatico e delle strutture adiacenti (fig. 4).

Le misurazioni sono state effettuate dapprima sul taglio sagittale delle TAC, valutando l'ingaggio sia sulla corticale esterna che su quella interna (fig. 5).

Successivamente, le misurazioni sono state effettuate anche sul taglio coronale,

sempre valutando l'ingaggio osseo sulla corticale interna ed esterna dell'osso zigomatico (fig. 6).

3. RISULTATI

L'analisi statistica del primo parametro, BIC 1 corticale interna, ha evidenziato che la tecnica Quad, rispetto alla tecnica Hybrid, presenta un valore medio di ingaggio osseo superiore di 2,2 mm con $p = 0,011$ e intervallo di confidenza che va da 0,5 a 3.8. La tecnica Settoriale mostra un $p > 0,05$, quindi non presenta partico-

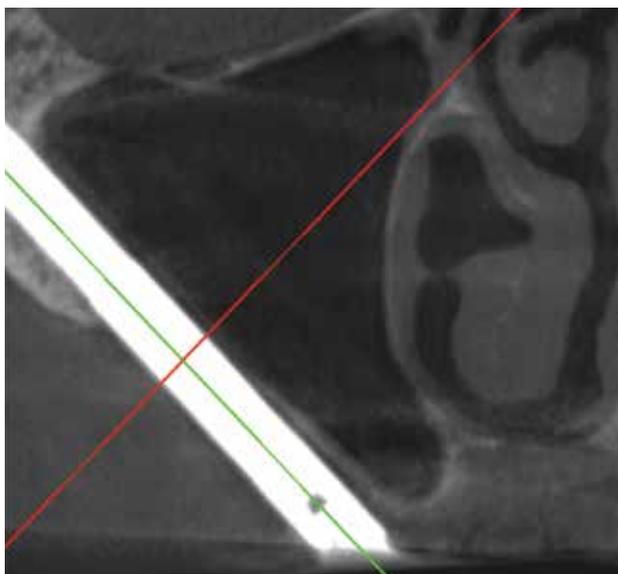


Fig. 4 Caso clinico drop out: è stato escluso in quanto il FOV non permetteva una corretta misurazione della BIC.



Fig. 5 Misurazione del BIC tramite ausilio del programma RealGuide, taglio sagittale

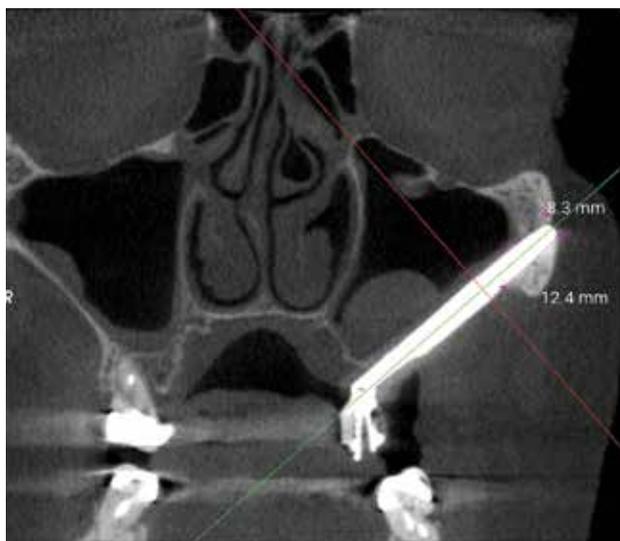


Fig. 6 Misurazione del BIC tramite ausilio del programma RealGuide, taglio coronale

lari differenze in termini di ingaggio con la tecnica Hybrid e pertanto statisticamente risulta compatibile con un'uguaglianza. Questi risultati vengono riportati anche dal box-plot seguente, dove i valori medi sono mostrati come linee orizzontali, la linea inferiore indica il 25° percentile, quella superiore il 75° e i cerchi rappresentano i valori fuori range (**grafico I**).

Prendendo in considerazione il parametro BIC 1 corticale esterna, si può notare

come le tecniche Quad e Hybrid abbiano un valore di uguaglianza statistica, mentre la tecnica settoriale risulti avere un valore di ingaggio medio inferiore rispetto alla tecnica Hybrid di 2,7 mm con p-value = 0,006 (**grafico II**).

Per quanto riguarda l'analisi del valore BIC 2 corticale interna i risultati mostrano che il valore di maggiore ingaggio osseo è dato dalla tecnica Quad, la quale tuttavia non possiede un valore di significatività statistica (p-value = 0,091) (**grafico III**).

L'ultimo valore di BIC analizzato risulta essere il BIC 2 corticale esterna, i cui risultati mostrano che entrambe le tecniche Quad e Hybrid possiedono valori di ingaggio della corticale esterna simili, mentre la tecnica settoriale possiede valori di ingaggio inferiori (p-value = 0,022) (**grafico IV**).

Il secondo obiettivo dello studio è stato invece valutare se esistono differenze significative in termini di ingaggio tra gli impianti anteriori e quelli posteriori nella tecnica Quad (**tabb. IV, V**).

Anche in questo caso sono stati presi in considerazione quattro valori per ciascun impianto, suddividendo BIC 1 e BIC 2 in corticale interna ed esterna.

I risultati hanno dimostrato, per quanto riguarda BIC 1 corticale esterna, che gli impianti anteriori risultano avere un valore di ingaggio superiore rispetto ai posteriori di 1,6 mm con p-value = 0,022 (**grafico V**).

Risultato simile è stato ottenuto anche in BIC 2 corticale esterna, dove gli impianti posteriori risultano avere valori di ingaggio medio inferiori rispetto agli anteriori di 1,4 mm, con p-value di 0,039 (**grafico VI**).

Per quanto riguarda le corticali interne (BIC 1-BIC 2) invece non risultano esserci differenze significative (**grafici VII, VIII**).

4. DISCUSSIONE

Lo studio condotto ha evidenziato su un campione di 68 pazienti per un totale di 152 impianti i seguenti risultati:

- gli impianti anteriori della tecnica Quad risultano avere valori di ingaggio osseo superiori rispetto ai posteriori;
- gli impianti zigomatici settoriali hanno ingaggi ossei inferiori a livello della corticale esterna rispetto alle tecniche Hybrid e Quad;
- gli impianti zigomatici nella tecnica

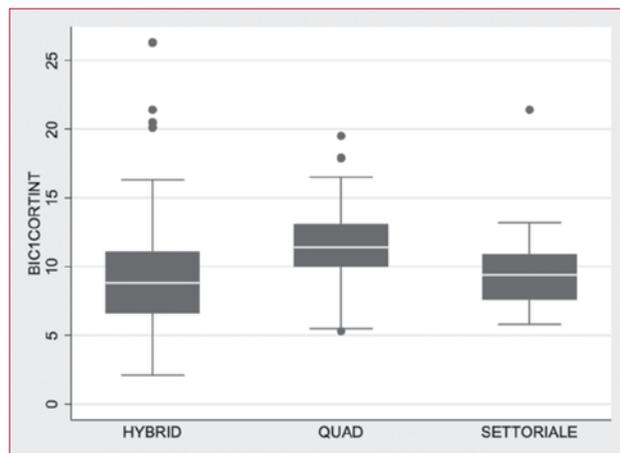


Grafico I Box-plot riguardante l'ingaggio osseo di impianti zigomatici nella corticale interna in tagli coronali

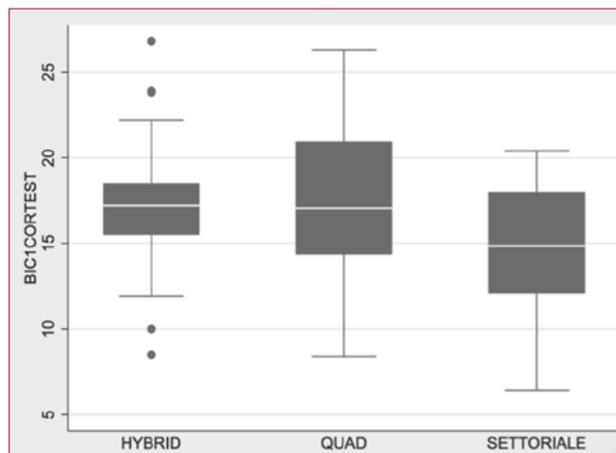


Grafico II Box-plot riguardante l'ingaggio osseo di impianti zigomatici nella corticale esterna in tagli coronali

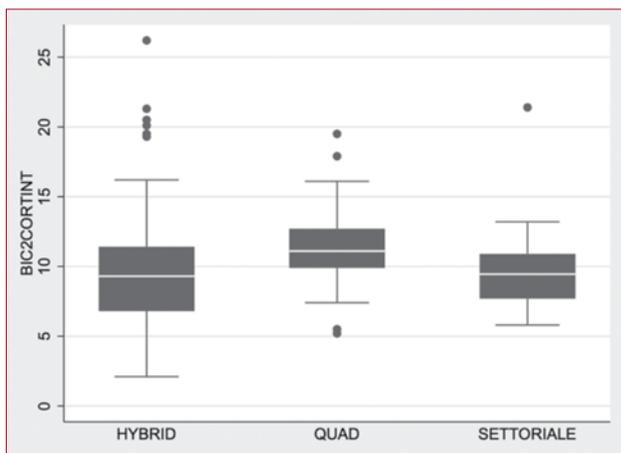


Grafico III Box-plot riguardante l'ingaggio osseo di impianti zigomatici nella corticale interna in tagli sagittali

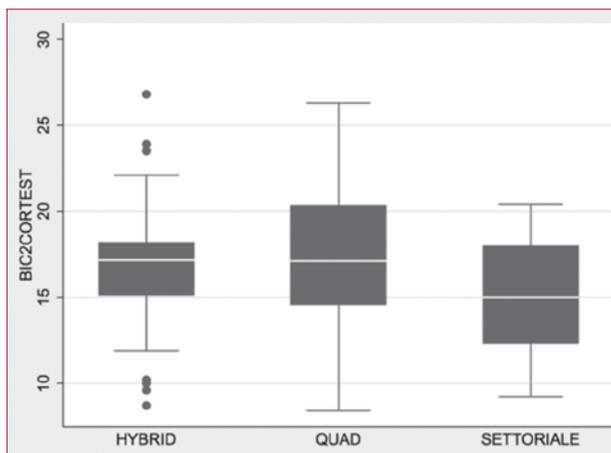


Grafico IV Box-plot riguardante l'ingaggio osseo di impianti zigomatici nella corticale esterna in tagli sagittali

Tabella IV Analisi statistica per la valutazione dell'ingaggio osseo nei casi Quad: valutazione differenze di ingaggio impianti anteriori-posteriori

Posizione	BIC 1 corticale interna	BIC 1 corticale esterna	BIC 2 corticale interna	BIC 2 corticale esterna
Anteriore				
N	31	32	31	32
Media	11,7	18,4	11,5	18,3
Min-max	5,5-19,5	12,3-26,3	5,5-19,5	13,3-26,3
Posteriore				
N	32	32	32	32
Media	11,5	16,9	11,3	16,9
Min-max	5,3-17,9	8,4-25,4	5,2-16,1	8,4-25,4
Totale				
N	63	64	63	64
Media	11,6	17,6	11,4	17,6
Min-max	5,3-19,5	8,4-26,3	5,2-19,5	8,4-26,3

Tab. V Analisi statistica: valori p-value e intervallo di confidenza

	Posizione 1
BIC 1 corticale interna	
P-value	0,77
95% C.I.	-1.343998 .9971563
BIC 1 corticale esterna	
P-value	0,02
95% C.I.	-2.937797 -.2247034
BIC 2 corticale interna	
P-value	0,64
95% C.I.	-1.325924 .8145901
BIC 2 corticale esterna	
P-value	0,03
95% C.I.	-2.700873 -.0678769

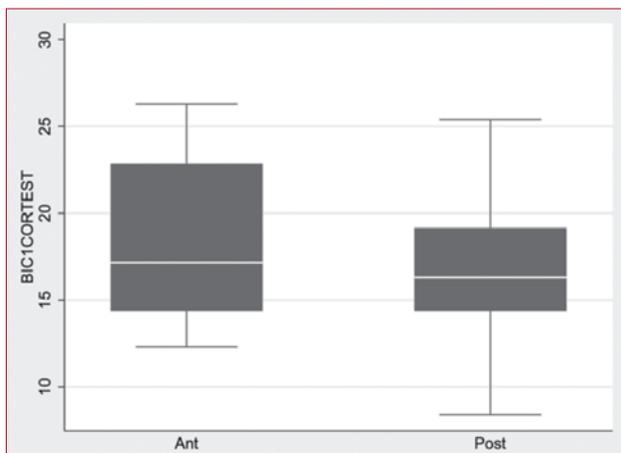


Grafico V Box-plot riguardante la valutazione dell'ingaggio osseo nei casi Quad: differenza tra impianti anteriori e posteriori in corticale esterna nei tagli coronali

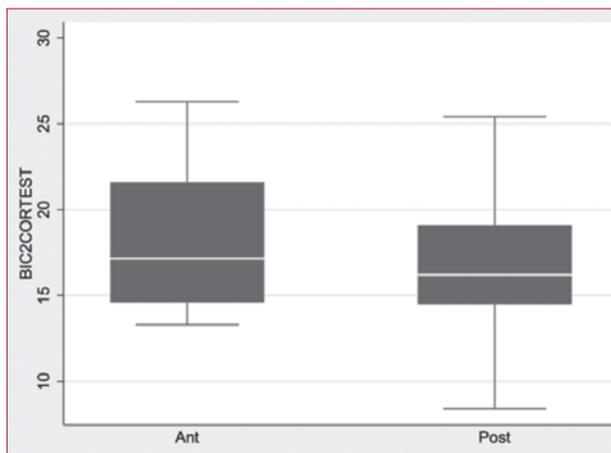


Grafico VI Box-plot riguardante la valutazione dell'ingaggio osseo nei casi Quad: differenza tra impianti anteriori e posteriori in corticale esterna nei tagli sagittali

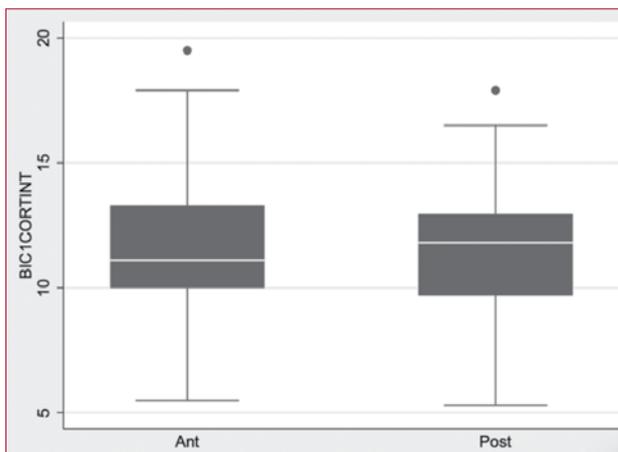


Grafico VII Box-plot riguardante la valutazione dell'ingaggio osseo nei casi Quad: differenza tra impianti anteriori e posteriori in corticale interna nei tagli coronali

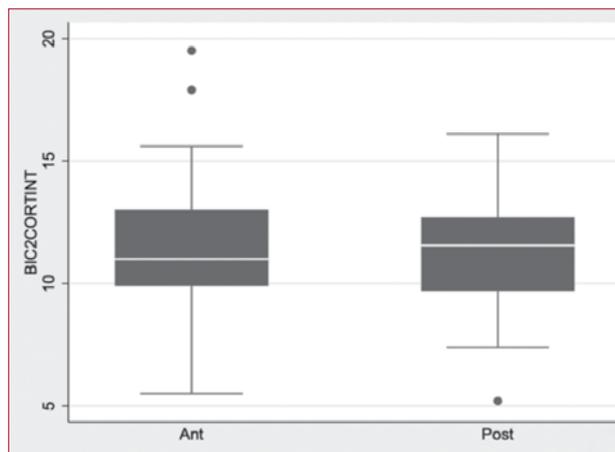


Grafico VIII Box-plot riguardante la valutazione dell'ingaggio osseo nei casi Quad: differenza tra impianti anteriori e posteriori in corticale interna nei tagli Sagittali

Quad presentano valori di ingaggio osseo maggiori a livello della corticale interna rispetto alle tecniche Settoriale e Hybrid.

In letteratura al momento sono presenti pochi studi che indagano sull'ingaggio osseo degli impianti zigomatici.

Tra questi, alcuni sono di autori che hanno iniziato a porsi lo stesso quesito degli autori portando a termine studi paralleli o similari a quello qui presentato.

5. CONCLUSIONI

L'implantologia zigomatica risulta essere un'opzione terapeutica consolidata per la riabilitazione di mascellari fortemente atrofici, offrendo un'alternativa valida a procedure chirurgiche per l'aumento del volume osseo del mascellare come innesti a tecnica onlay o inlay inseriti con o senza osteotomie di Le Fort I, grandi rialzi di seno e tecniche GBR.

Nonostante fino ad ora i dati riguardanti la casistica esposta in questo studio siano pochi e il campione analizzato ancora limitato, è stato possibile ricorrere a uno studio statistico per valutare l'ingaggio osseo degli impianti zigomatici, mettendo a confronto tre diverse tecniche chirurgiche.

Alla luce dei risultati ottenuti in questo studio retrospettivo e dei pochi dati pubblicati in letteratura è possibile evincere che, attraverso riabilitazioni di tipo Quad, si possono ottenere valori di ingaggio osseo maggiori rispetto alle altre due metodiche di riabilitazione a livello della corticale interna dell'osso zigomatico e, in modo particolare, gli impianti anteriori utilizzati in questa tecnica risultano avere valori di BIC medio maggiori nella corticale esterna rispetto agli impianti inseriti posteriormente.

Pertanto, è possibile dedurre che esistano differenze nell'ingaggio osseo tra le tre tecniche, soprattutto tra quella Settoriale e le altre due, anche se in letteratura gli impianti settoriali vengono comunque considerati una valida alternativa terapeutica. Proprio per questo motivo, può essere considerato utile associare più impianti assiali, piuttosto che un singolo impianto zigomatico, per potere meglio distribuire le forze tra gli impianti.

Per quanto riguarda la differenza nell'ingaggio tra impianti anteriori e posteriori usati nella tecnica Quad, si è visto che quanto più l'impianto presenta un'emergenza anteriore tanto maggiormente ingaggia l'osso zigomatico.

Alla luce di questo dato, potrebbe risultare utile nella tecnica Hybrid posizionare gli impianti più mesialmente, quindi anziché in zona molare dove di solito vengono inseriti per ridurre il cantilever protesico inserirli in zona secondo premolare per potere aumentare l'ingaggio.

Il numero di pazienti trattati con tecnica Quad Zygoma risulta però inferiore rispetto al numero di casi trattati con le tecniche Settoriale e Hybrid. La presente analisi rimane, pertanto, una valutazione preliminare in attesa di ulteriori studi per recuperare maggiori informazioni.

Inoltre, questi dati non supportano l'ipotesi che il BIC nell'osso zigomatico influenzi il tasso di sopravvivenza dell'impianto. ■

CONFLITTO DI INTERESSI

Gli autori dichiarano di non avere alcun conflitto di interessi.

FINANZIAMENTI ALLO STUDIO

Gli autori dichiarano di non avere ricevuto nessun finanziamento per il presente studio.

CONSENSO INFORMATO

Gli autori dichiarano che è stato ottenuto il consenso informato del paziente per la pubblicazione del caso, foto incluse.

SUGGERIMENTI ALLA LETTURA

- **Aparicio C, Manresa C, Francisco K, Claros P, Aláñez J et al.** Zygomatic implants: indications, techniques and outcomes, and the zygomatic success code. *Periodontol* 2000 2014 Oct;66(1):41-58.
- **Boyes-Varley JG, Howes DG, Lownie JF.** The zygomaticus implant protocol in the treatment of the severely resorbed maxilla. *SADJ* 2003;58(3):106-9;113-4.
- **Viscioni A.,** Bucci DB, Bucci MB. Zygomatic implantology: clinical and scientific evidence. *Dental Cadmos* 2023;91(1):36-49.
- **Brånemark PI, Grondahl K, Öhrnell LO, Nilsson P, Petruson B et al.** Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2004;38(2):70-85.
- **Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A.** Survival and complications of zygomatic implants: an updated systematic review. *J Oral Maxillofac Surg* 2016;74(10):1949-64.
- **Rossi M, Duarte LR, Mendonça R, Fernandes A.** Anatomical bases for the insertion of zygomatic implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008 Dec;10(4):271-5.
- **Quilez J Bertos, Guijarro-Martinez R, Aboul-Hosn Centenero S, Hernández-Alfaro F.** Virtual quad zygoma implant placement using cone beam computed tomography: sufficiency of malar bone volume, intraosseous implant length, and relationship to the sinus according to the degree of alveolar bone atrophy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2018 Feb;47(2):252-61.
- **Pellegrino G, Grande F, Ferri A, Pisi P, Gandolfi MG, Marchetti C.** Three-dimensional radiographic evaluation of the malar bone engagement available for ideal zygomatic implant placement. *Methods Protoc* 2020 Jul 22;3(3):52.
- **Balshi TJ, Wolfinger GJ, Shuscavage NJ, Balshi SF.** Zygomatic bone-to-implant- contact in 77 patients with partially or completely edentulous maxillas. *J Oral Maxillofac Surg* 2012 Sep;70(9):2065-9.
- **Hung KF, Ai QY, Fan SC, Wang F, Huang W, Wu YQ.** Measurement of the zygomatic region for the optimal placement of quad zygomatic implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2017 Oct;19(5):841-8.
- **Rabe-Hesketh S, Skrondal A.** 2008: Multilevel and longitudinal modeling using Stata, second edition. College Station, TX: Stata Press, 2008:562 pp. ISBN 978-1-59718-040-5.