Clinical Oral Investigations (2026) 30:519
https://doi.org/10.1007/s00784-026-07207-w

RICERCA

Variazioni del livello osseo marginale ed estetica dei tessuti molli intorno agli impianti con profili transmucosali convergenti: analisi retrospettiva decennale

Nicola Alberto Valente[1,2] · **Gabriele Caruso**[3] · **Nicola Carrus**[1] · **Davide Cauli**[1] · **Alessandro Cattaneo**[3] · **Hani Abd-Ul-Salam**[2,4,5]

Ricevuto: 25 febbraio 2026 / Accettato: 2 ottobre 2026
© Gli autori 2026

Abstract

Obiettivi Lo scopo di questo studio retrospettivo era analizzare la stabilità a lungo termine dei livelli ossei marginali (MBL) e del Pink Esthetic Score (PES) in una coorte di pazienti trattati con impianti a livello tissutale dotati di un profilo transmucosale convergente.
Materiali e metodi È stata condotta un'analisi longitudinale retrospettiva su 108 pazienti che hanno ricevuto 193 impianti con uno specifico design convergente del colletto e sono stati seguiti per oltre 10 anni. L'MBL è stato misurato su radiografie periapicali digitali al basale (carico), a breve termine (1–2 anni), a medio termine (3–6 anni) e a lungo termine (7–10 anni). I risultati estetici sono stati valutati utilizzando il PES negli stessi momenti, confrontando le fotografie cliniche con i denti di riferimento. I dati sono stati analizzati mediante analisi della varianza a misure ripetute.
Risultati: la MBL è rimasta stabile per tutto il periodo di osservazione, con valori medi di 1,17 mm nel follow-up a breve termine, 1,17 mm in quello a medio termine e 1,23 mm in quello a lungo termine, senza mostrare variazioni statisticamente significative nel tempo (p = 0,454). Al contrario, i valori del PES hanno mostrato una tendenza all'aumento statisticamente significativa (p < 0,001), passando da una media basale di 7,99 a 10,34 alla valutazione a lungo termine. Sono stati osservati miglioramenti significativi tra il basale e tutti i momenti successivi.
Conclusioni Entro i limiti di questo studio retrospettivo, gli impianti a livello tissutale con profilo transmucosale convergente hanno dimostrato una stabilità ossea marginale stabile e un progressivo miglioramento dell'estetica dei tessuti molli nell'arco di un periodo di 10 anni. Questa specifica geometria transmucosale convergente sembra favorire un adattamento positivo dei tessuti perimplantari e la stabilità a lungo termine.

Parole chiave: Impianti dentali · Profilo transmucosale convergente · Livello osseo marginale · Punteggio estetico rosa · Stabilità dei tessuti molli

Introduzione

Nel campo della moderna implantologia dentale, il successo e la stabilità a lungo termine degli impianti dipendono non solo dall'osteointegrazione, ovvero dal contatto diretto tra osso e impianto, ma anche dalla creazione e dal mantenimento di tessuti molli perimplantari sani. (Glauser et al., [13]; G. Caton et al., [7]. È ormai sempre più riconosciuto che l'interazione tra gli impianti e i tessuti molli perimplantari riveste un'importanza fondamentale per la salute e la longevità delle ricostruzioni. Mattheos et al., [20], Valente, [33] La salute dei tessuti perimplantari è cruciale per il successo a lungo termine dell'impianto.

Un concetto fondamentale in questo contesto è quello di «attacco tissutale sopracrestale» (un tempo noto come «larghezza biologica»), una dimensione fisiologicamente formata e stabile dei tessuti molli che circondano sia i denti naturali che gli impianti. Caton et al., [7], Monje, [21], Rungtanakiat, [30] Questa barriera funge da sigillo protettivo, impedendo l'ingresso di batteri e altre sostanze nocive e salvaguardando l'osteointegrazione sottostante. Cochran et al., [10], Hermann, [15] Gli studi hanno dimostrato che, se lo spessore minimo dei tessuti perimplantari non viene rispettato (ad esempio, se la mucosa crestale è sottile, ≤ 2 mm), si verifica sistematicamente un riassorbimento osseo. (Berglundh e Lindhe, [3]; Linkevicius et al. [17]; Gianfilippo

✉ Nicola Alberto Valente
nicola.valente@unica.it

[1] Divisione di Parodontologia, Scuola di Odontoiatria, Dipartimento di Scienze Chirurgiche, Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università di Cagliari, Cagliari, Italia

[2] Facoltà di Odontoiatria, Università Americana dell'Iraq, Baghdad, Iraq

[3] Studio privato, Cagliari, Italia

[4] Facoltà di Odontoiatria e Scienze della Salute Orale, Università McGill, Montreal, Canada

[5] Facoltà di Odontoiatria, Università di Toronto, Toronto, Canada

Pubblicato online: 12 ottobre 2026

et al. [12]) Ciò implica che possa essere richiesto un certo spessore minimo della mucosa perimplantare e che possa verificarsi un riassorbimento osseo per consentire la formazione di un attacco stabile dei tessuti molli. Berglundh e Lindhe, [3]

Il profilo transmucosale dell'impianto, ovvero la porzione che attraversa i tessuti molli e che quindi influenza l'attacco tissutale sopracrestale, svolge un ruolo cruciale nelle caratteristiche sia estetiche che biologiche perimplantari. González-Martín et al., [14], Mattheos, [20], Perez, [24] Il design di questo profilo modella l'architettura dei tessuti perimplantari e contribuisce a mantenerne la stabilità, influenzando in modo significativo il livello del margine gengivale, l'altezza della papilla, l'architettura gengivale e l'estetica complessiva. Negli impianti a livello osseo, l'interfaccia impianto-moncone, o "microgap", situata al livello più apicale dell'area transmucosale, può fungere da serbatoio per la colonizzazione batterica e l'infiltrazione infiammatoria, contribuendo alla perdita ossea marginale. Abrahamsson et al., [1], Broggini, [4], Broggini, [5], Do Nascimento, [23] Il concetto di "platform switching" è stato introdotto per spostare orizzontalmente questo microgap, allontanandolo dalla cresta ossea, favorendo una significativa riduzione dell'MBL ma promuovendo anche l'organizzazione delle fibre di collagene in una disposizione circolare attorno all'impianto, formando una sorta di "guarnizione anulare" che si ritiene stabilizzi i tessuti molli e protegga l'osso sottostante dal riassorbimento.Chang et al., [8], Ciurana, [9], Enkling, [11], Maeda, [19], Rodríguez, [26]

Negli ultimi anni sono stati introdotti nuovi profili transmucosali convergenti negli impianti dentali, in contrapposizione ai tradizionali profili divergenti o paralleli. Agustín-Panadero et al., [2], Canullo, [6], Morón-Conejo, [22], Valente, [33] Questi design convergenti combinano i vantaggi dell'eliminazione del microgap, ovvero il livello dell'impianto a contatto con il tessuto, con quelli del platform switching, favorendo uno spostamento delle fibre di collagene verso il centro e in direzione coronale. Ciurana et al., [9] Si suggerisce inoltre che i profili convergenti possano facilitare un posizionamento più ideale del margine del restauro e migliorare le condizioni dei tessuti molli. Ciurana et al., [9], Rodriguez, [27] Il concetto di profilo transmucosale convergente è stato introdotto con l'obiettivo di ridurre l'ingombro del collo dell'impianto in prossimità dei tessuti molli, e uno dei primi profili di questo tipo probabilmente proposti sul mercato è quello del sistema implantare utilizzato nel presente studio.

Nonostante i risultati promettenti a breve termine, nella letteratura rimane una lacuna significativa riguardo alla stabilità a lungo termine di questi nuovi design transmucosali convergenti. Il presente studio retrospettivo mirava ad analizzare la stabilità a lungo termine dei tessuti duri e molli in una coorte di pazienti trattati con impianti dotati di un profilo transmucosale convergente. Lo studio intendeva identificare le correlazioni tra i parametri estetici e la stabilità ossea, valutando anche le implicazioni cliniche di questo particolare design implantare.

Materiali e metodi

Il presente studio è stato concepito come un'analisi clinica longitudinale retrospettiva su una coorte di pazienti sottoposti a riabilitazione con impianti dentali caratterizzati da un profilo transmucosale convergente (Vertical Neck, sistema implantare Biotype, DEI Italia Srl, Mercallo VA, Italia) (Fig. 1). Lo studio è stato condotto in conformità con i principi etici stabiliti dalla Dichiarazione di Helsinki per la ricerca medica che coinvolge soggetti umani ed è stato approvato dal Comitato Etico Regionale della Regione Autonoma della Sardegna (Prot. 8091, 19/03/2025). Lo studio è stato registrato su ClinicalTrials.gov (NCT07089407). Il presente rapporto segue le linee guida STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology).(Von Elm et al. 2007) I dati sono stati raccolti dalle cartelle cliniche e dalla banca dati radiografica di tutti i pazienti trattati, seguiti per un periodo di follow-up superiore a 10 anni. Tutte le informazioni sensibili sono state rese anonime per garantire la privacy dei partecipanti. È stato utilizzato un campione di convenienza, comprendente tutti i pazienti/impianti idonei con documentazione completa disponibile e un follow-up ≥10 anni presenti nella banca dati.

Popolazione dello studio e criteri di selezione

La popolazione dello studio era costituita da pazienti sottoposti a riabilitazioni fisse supportate da impianti. La selezione dei partecipanti è stata effettuata applicando i seguenti criteri di inclusione ed esclusione:

Criteri di inclusione

- Pazienti di età ≥ 18 anni al momento del posizionamento dell'impianto.
- Presenza di almeno un impianto con design del collo transmucosale convergente.
- Disponibilità di una serie radiografica periapicale completa e leggibile, comprendente: una radiografia eseguita al momento dell'inserimento dell'impianto (T0) e almeno una radiografia a intervalli di follow-up di 1–2 anni, 3–6 anni e 7–10 anni.
- Disponibilità di documentazione fotografica clinica intraorale (viste buccali) scattata al momento del carico protesico definitivo e durante le visite di follow-up per la valutazione estetica.

Criteri di esclusione

- Pazienti con malattie sistemiche non controllate (ad es. diabete mellito non compensato, gravi malattie autoimmuni) che potrebbero influire sul metabolismo osseo o sulla guarigione dei tessuti molli.
- Pazienti classificati come forti fumatori (>10 sigarette al giorno).
- Siti implantari con documentazione fotografica o radiografica clinica incompleta o non diagnostica.

Fig. 1 Design dell'impianto con colletto verticale e biotipo, con profilo transmucosale convergente

Caratteristiche degli impianti

Gli impianti analizzati in questo studio presentano una morfologia specifica del collo caratterizzata da un profilo transmucosale convergente con superficie diritta. Questo design dell'impianto è stato sviluppato da Gabriele Caruso e Alessandro Cataneo nel 2010, con il brevetto europeo depositato nel 2011 (EP2770944, A1: 28.10.2011, B1: 13.06.2014, WIPO: 10CO2011A000051, IPC: A61C8/00). Di conseguenza, vanta un ampio impiego clinico che precede molti modelli simili a profilo transmucosale successivamente introdotti sul mercato. Questa specifica macrogeometria è finalizzata a ridurre l'ingombro del collo dell'impianto a livello crestale e a favorire la migrazione coronale delle fibre di collagene, con l'obiettivo di creare una tenuta biologica per la conservazione dell'osso marginale e il sostegno dei tessuti molli. Il profilo transmucosale di questo impianto si ispira alla tecnica di preparazione verticale del moncone protesico, nota anche come tecnica «finish line–free». Questa zona dell'impianto è denominata «pre-moncone». Il margine protesico non è vincolato a una posizione verticale predefinita e può essere posizionato a diversi livelli lungo la superficie transmucosale dell'impianto o più coronalmente sul componente protesico, in base alle esigenze cliniche e protesiche. Inoltre, la posizione del margine può essere modulata in modo differenziale lungo la circonferenza dello stesso impianto. (Fig. 2).

Raccolta dei dati e valutazione dei parametri clinici

Analisi radiografica del livello osseo marginale (MBL)

La stabilità dei tessuti duri è stata valutata misurando il livello osseo marginale (MBL) su radiografie periapicali digitali.

- Metodo di misurazione: le immagini radiografiche sono state analizzate utilizzando un software open-source per l'elaborazione delle immagini (ImageJ, National Institutes of Health, USA).
- Calibrazione: per correggere eventuali ingrandimenti o distorsioni radiografiche, il software è stato calibrato utilizzando come riferimento la lunghezza nota dell'impianto o il diametro noto della piattaforma implantare.
- Punti di riferimento: l'MBL è stato calcolato misurando la distanza lineare verticale tra il margine inferiore del pre-abutment (riferimento fisso) e il primo punto visibile di contatto osso-impianto sia sulla faccia mesiale che su quella distale. I valori mesiali e distali sono stati mediati per ottenere un unico valore di MBL per impianto in ciascun intervallo di tempo.

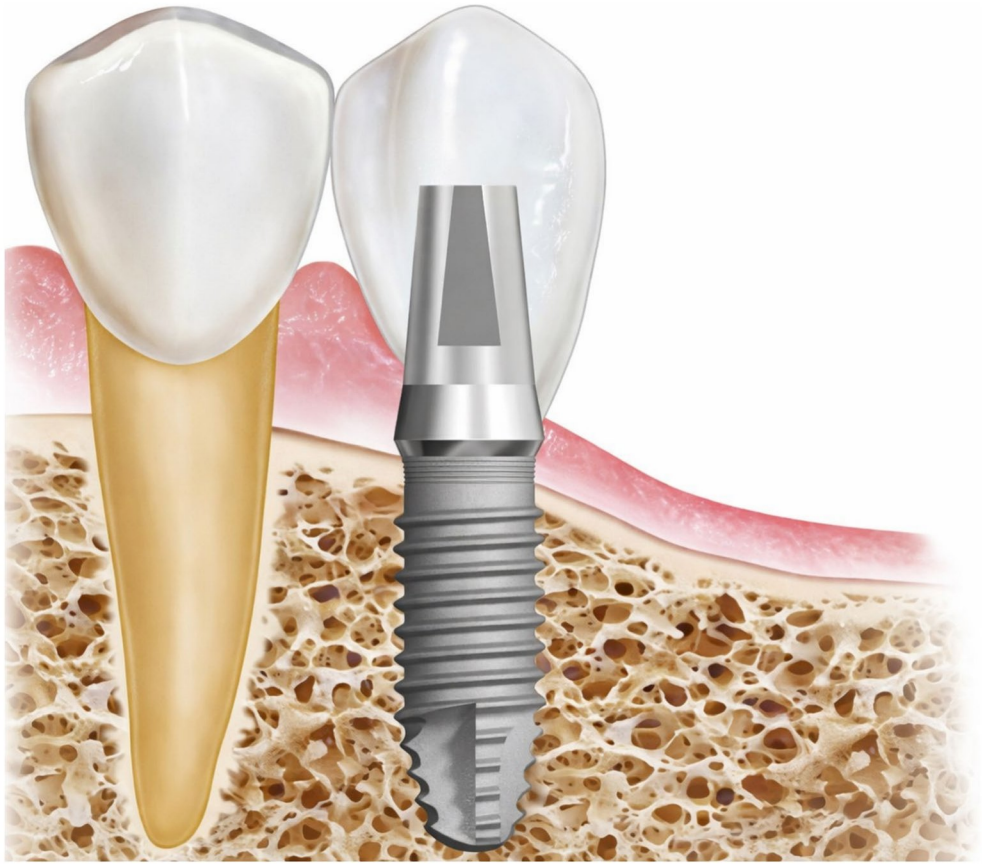

Fig. 2 Illustrazione schematica della flessibilità protesica garantita dal design dell'impianto transmucosale. Il margine della corona può essere posizionato a diversi livelli verticali lungo la superficie dell'impianto transmucosale o in posizione più coronale sul componente protesico, a seconda delle esigenze cliniche, e la sua posizione può essere modulata in modo differenziale lungo la circonferenza dello stesso impianto. La posizione del margine illustrata rappresenta una delle possibili configurazioni e non intende indicare una posizione standardizzata o obbligatoria

Valutazione estetica (PES)

La qualità estetica dei tessuti molli perimplantari è stata valutata utilizzando il Pink Esthetic Score (PES), secondo il metodo descritto da Fürhauser et al. (Fürhauser et al. 2005). La valutazione è stata effettuata confrontando le fotografie cliniche del sito implantare con i denti di riferimento adiacenti o controlaterali. Il PES valuta sette variabili relative ai tessuti molli, ciascuna delle quali viene valutata con un punteggio di 0, 1 o 2 (dove 0 indica il risultato peggiore e 2 quello migliore), per un punteggio totale massimo di 14. Le sette variabili valutate erano:

1. Presenza della papilla mesiale.
2. Presenza della papilla distale.
3. Livello del margine dei tessuti molli (rispetto al dente di riferimento).
4. Contorno dei tessuti molli (armonia della parabola gengivale).
5. Carenza del processo alveolare.
6. Colore dei tessuti molli (compresi segni di infiammazione o alterazioni cromatiche).
7. Consistenza dei tessuti molli.

Calibrazione dell'esaminatore

Per garantire l'affidabilità delle misurazioni radiografiche ed estetiche, le valutazioni sono state effettuate da un esaminatore esperto in cieco, non direttamente coinvolto nelle procedure chirurgiche o protesiche. Dieci radiografie e dieci fotografie cliniche selezionate in modo casuale sono state rivalutate dallo stesso esaminatore dopo un intervallo di 10 giorni. L'affidabilità intra-esaminatore è stata valutata utilizzando un coefficiente di correlazione intraclasse a effetti misti a due vie per la concordanza assoluta e le singole misurazioni. L'ICC è risultato pari a 0,9989 (IC al 95%: 0,9959–0,9997) per le misurazioni dell'MBL e a 0,9698 (IC al 95%: 0,8872–0,9924) per i punteggi PES totali.

Analisi statistica

Il livello osseo marginale (MBL) e il Pink Esthetic Score (PES) sono stati analizzati mediante analisi della varianza a misure ripetute (RM-ANOVA). Il livello osseo marginale e i punteggi del Pink Esthetic Score sono stati riportati come media ± deviazione standard. Per gestire i dati mancanti, è stata utilizzata una tecnica di imputazione casuale a 5 cicli.

Qualora l'ANOVA ripetuta (RM-ANOVA) risultasse significativa, venivano effettuati confronti a coppie e corretti utilizzando le correzioni di Bonferroni. Il livello di significatività statistica è stato fissato a $p \leq 0{,}05$. L'analisi statistica è stata eseguita utilizzando SPSS 29 (IBM Corp.)

Risultati

Questo studio retrospettivo ha coinvolto un totale di 108 pazienti. Il campione analizzato è stato sottoposto al posizionamento e al monitoraggio di un totale di 193 impianti con profilo transmucosale convergente. L'analisi della distribuzione per sesso ha mostrato che 66 impianti sono stati posizionati in pazienti di sesso maschile e 127 in pazienti di sesso femminile. L'età dei partecipanti al momento dell'intervento variava da un minimo di 31 a un massimo di 88 anni, con un'età media di 61±13 anni. È opportuno precisare che i calcoli dell'età demografica erano riferiti al momento del posizionamento di ciascun impianto; pertanto, nei pazienti sottoposti a più interventi chirurgici in momenti diversi (posizionamenti differiti), lo stesso individuo è stato considerato nel calcolo con l'età specifica corrispondente a ciascuna sessione chirurgica, riflettendo così le condizioni biologiche del paziente al momento di ciascun intervento.

Al follow-up a breve, medio e lungo termine, erano disponibili misurazioni dell'MBL rispettivamente per 124 impianti in 80 pazienti, 92 impianti in 58 pazienti e 32 impianti in 23 pazienti. Le valutazioni del PES erano disponibili per 132 impianti in 85 pazienti al basale, 111 impianti in 68 pazienti nel follow-up a breve termine, 59 impianti in 42 pazienti nel follow-up a medio termine e 23 impianti in 16 pazienti nel follow-up a lungo termine.

Per quanto riguarda la distribuzione topografica intraorale, la maggior parte degli impianti (164) è stata inserita nelle regioni posteriori, mentre 28 impianti sono stati inseriti nelle regioni anteriori.

L'analisi dei dati grezzi ha rivelato una variabilità nella dimensione del campione disponibile per le valutazioni radiografiche (MBL) ed estetiche (PES) nel corso del periodo di osservazione, dovuta a dati mancanti o all'abbandono durante le visite di follow-up a medio e lungo termine.

- **Livello osseo marginale (MBL):** sul numero totale di impianti inseriti, erano disponibili dati validi al follow-up a breve termine (MBL Short) per 124 impianti. Al follow-up a medio termine (MBL Medium), il campione analizzabile si è ridotto a 92 impianti, mentre al follow-up a lungo termine (MBL Long) sono stati analizzati 32 impianti. (Figg. **3a**, b, c, d)
- **Punteggio estetico rosa (PES):** la valutazione estetica è stata effettuata su un sottogruppo di impianti per i quali era disponibile una documentazione fotografica completa. All'inizio dello studio (PES Baseline) sono stati valutati 132 impianti. Le successive valutazioni di follow-up hanno incluso 111 impianti al follow-up a breve termine (PES Short), 59 al follow-up a medio termine (PES Medium) e 23 al follow-up a lungo termine (PES Long). (Figg. **4a**, b, c, d)

Livello osseo marginale (MBL)

Le statistiche descrittive relative all'MBL in diversi momenti hanno mostrato medie e deviazioni standard relativamente stabili (Tabella **1**).

Il test multivariato sull'effetto dell'MBL nel tempo non ha rivelato differenze statisticamente significative (F=0,794, df=2,000, Sig. = 0,454). Il test di sfericità di Mauchly ha indicato una violazione dell'ipotesi di sfericità (W=0,907, Chi-quadrato=18,583, df=2, Sig. < 0,001). Tuttavia, i test sugli effetti intra-soggetti, anche dopo le correzioni di Greenhouse-Geisser (Sig. = 0,484) e di Huynh-Feldt (Sig. = 0,486), hanno confermato l'assenza di variazioni statisticamente significative dell'MBL nel tempo (sfericità assunta: F = 0,702, Sig. = 0,496).

I confronti a coppie tra i diversi momenti di misurazione hanno ulteriormente confermato questi risultati (Tabella **2**), mostrando differenze non significative in tutti i confronti (ad es., MBLS vs. MBLM: differenza media = 0,005, Sig. = 1,000; MBLS vs. MBLL: differenza media = −0,054, Sig. = 0,737).

Questi dati indicano che il livello osseo marginale intorno agli impianti è rimasto stabile durante tutto il periodo di follow-up di 10 anni.

Punteggio estetico rosa (PES)

Le statistiche descrittive relative al PES in diversi momenti hanno mostrato una tendenza all'aumento (Tabella **3**).

Il test multivariato sull'effetto del PES nel tempo ha evidenziato una differenza complessiva statisticamente significativa (F = 61,202, df = 3,000, Sig. = <0,001). Come per l'MBL, il test di sfericità di Mauchly ha rivelato una violazione dell'ipotesi di sfericità (W = 0,334, Chi-quadrato = 208,923, df = 5, Sig. < 0,001). Tuttavia, i test sugli effetti intra-soggetti, anche dopo le correzioni (Greenhouse-Geisser: F = 98,028, Sig. = <0,001; Huynh-Feldt: F=98,028, Sig. = <0,001), hanno confermato una variazione statisticamente significativa del PES nel tempo (sfericità assunta: F=98,028, Sig. = <0,001). I test di contrasto intra-soggetti hanno rivelato un effetto lineare significativo (F=145,739, Sig. = <0,001), indicando una tendenza all'aumento del PES.

I confronti a coppie hanno evidenziato un aumento statisticamente significativo del PES rispetto al valore basale in tutti i punti temporali successivi considerati. È stato registrato un ulteriore miglioramento significativo dei parametri estetici nel passaggio dalla valutazione a breve termine a quelle a medio e lungo termine. Tuttavia, il confronto tra il follow-up a medio termine e quello a lungo termine non ha rivelato differenze statisticamente significative, suggerendo il raggiungimento di una stabilità nei risultati estetici dopo la fase di maturazione (Tabella **4**).

Questi risultati dimostrano un miglioramento significativo dell'estetica dei tessuti molli (PES) che si consolida nei primi anni successivi al carico protesico e rimane stabile nel lungo termine.

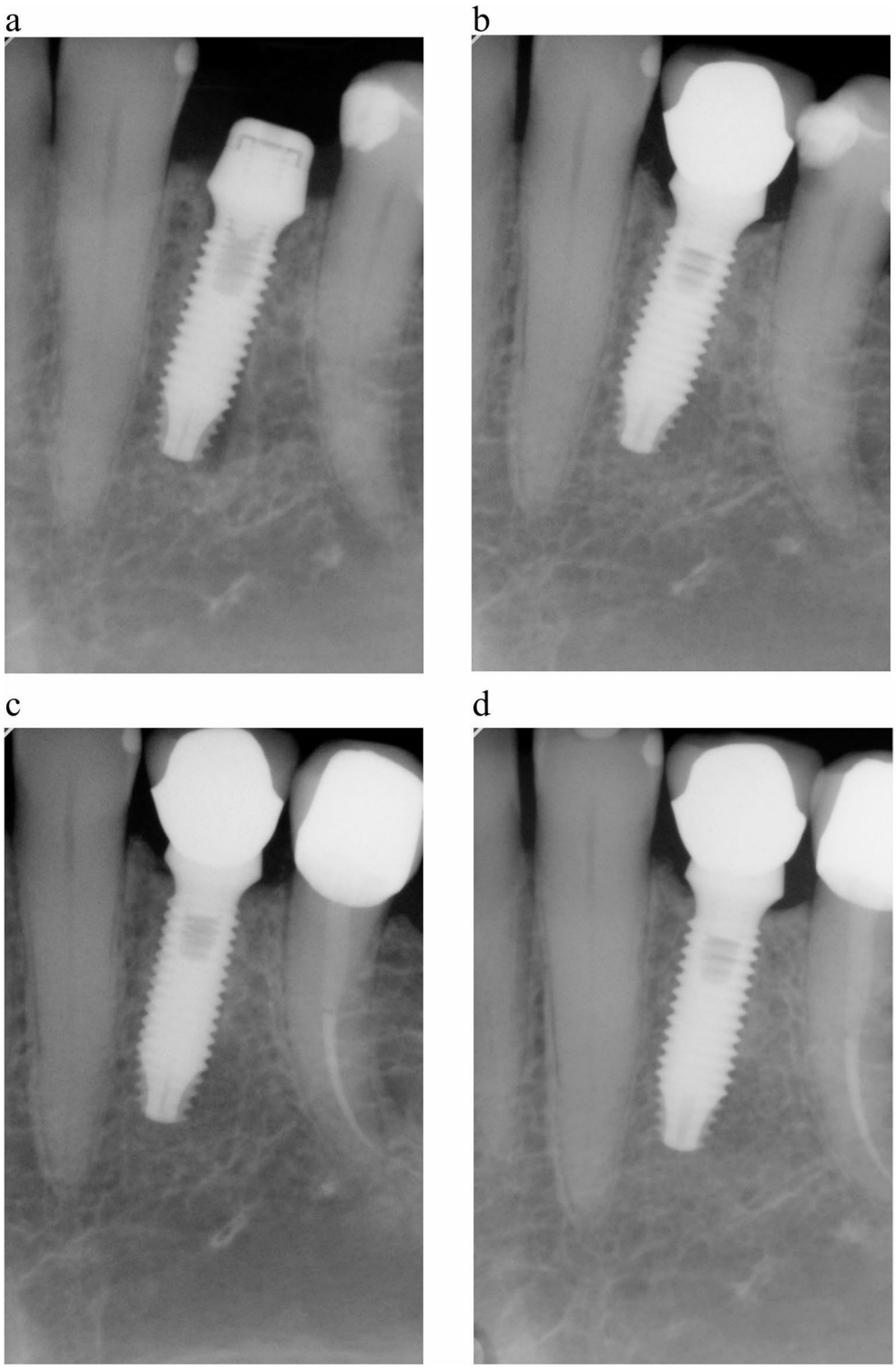

Fig. 3 Immagini radiografiche periapicali dello stesso impianto al basale (posizionamento dell'impianto) (**a**), a breve termine (**b**), a medio termine (**c**) e a lungo termine (**d**)

Discussione

Questo studio retrospettivo a lungo termine (10 anni) mirava a valutare la stabilità dei tessuti duri e molli attorno agli impianti caratterizzati da un design del collo transmucosale convergente. I principali risultati indicano non solo un'eccellente stabilità del livello osseo marginale (MBL) nel corso del decennio, ma anche un significativo miglioramento dei parametri estetici (PES) nel tempo, suggerendo una risposta adattativa positiva dei tessuti perimplantari a questa specifica macrogeometria.

La stabilità ossea marginale osservata nel presente studio è coerente con i concetti biologici alla base di

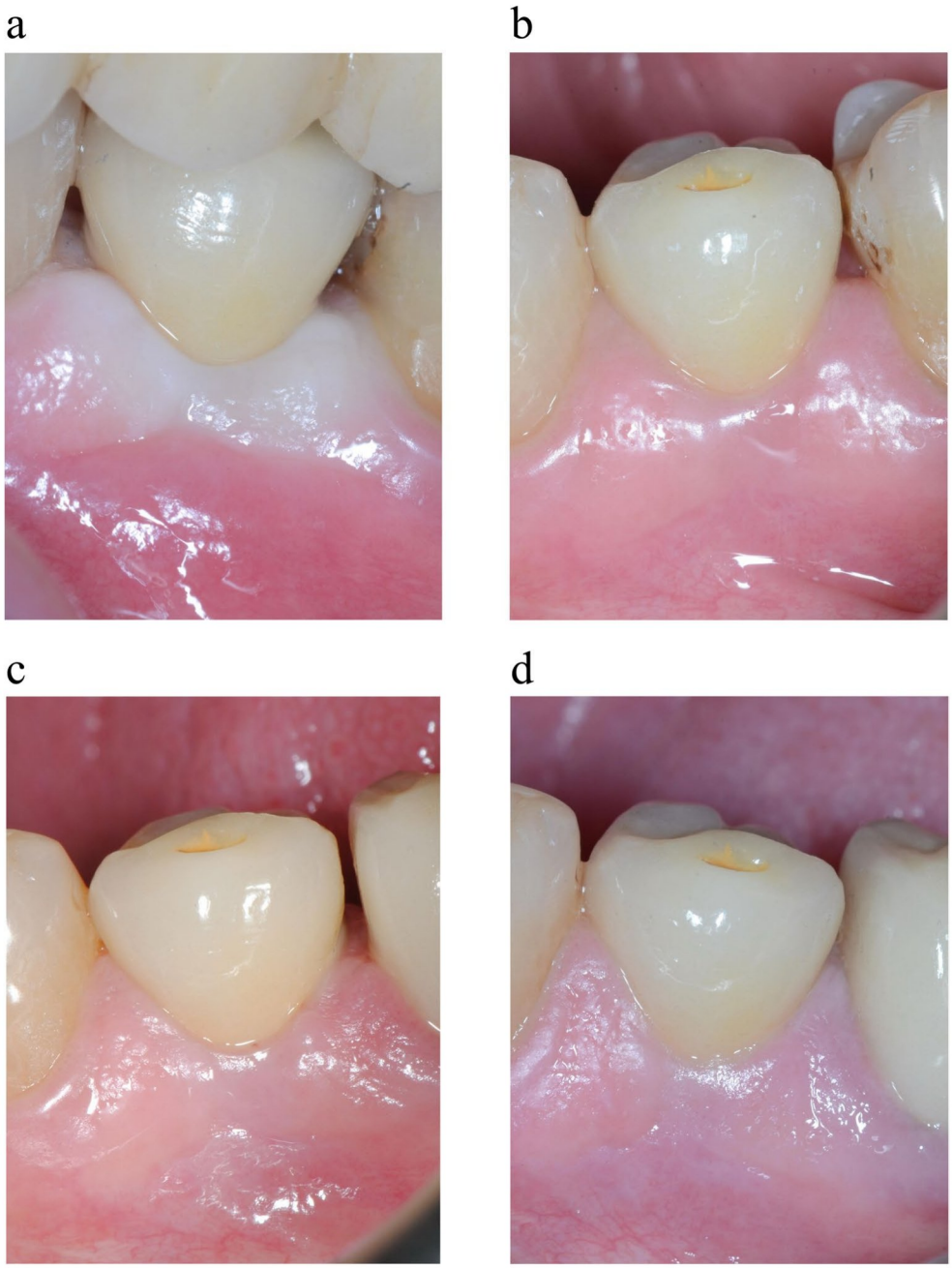

Fig. 4 Fotografie buccali dello stesso impianto acquisite al basale (carico protesico) (**a**), a breve termine (**b**), a medio termine (**c**) e a lungo termine (**d**)

Tabella 1 Statistiche descrittive del livello osseo marginale (MBL) nei diversi momenti di valutazione

Momento temporale	Media (mm)	Deviazione standard (mm)
Breve termine (1–2 anni)	1,1725	0,83136
Medio termine (3–6 anni)	1,1677	1,05492
Lungo termine (7–10 anni)	1,226	0,87965

Tabella 2 Confronto a coppie del livello osseo marginale (MBL) nei diversi momenti temporali (correzione di Bonferroni)

Confronto	Differenza media	Errore standard	Significatività (Sig.)
MBLS vs MBLM	0,005	0,057	1,000
MBLS vs MBLL	−0,054	0,046	0,737
MBLM rispetto a MBLL	−0,058	0,060	1,000

cambio di piattaforma (PS). È ampiamente documentato che lo spostamento orizzontale dell'interfaccia impianto-moncone verso l'asse centrale dell'impianto allontana l'infiltrato infiammatorio e il microgap dall'osso crestale, preservando così i livelli ossei marginali [16]. Il

MBLS = MBL a breve termine; MBLM = MBL a medio termine; MBLL = MBL a lungo termine

design convergente del collo dell'impianto analizzato in questo studio agisce come una forma intrinseca e amplificata di PS, creando uno spazio fisico sia per i tessuti duri che per quelli molli. Questo risultato è in linea

Tabella 3 Statistiche descrittive del Pink Esthetic Score (PES) nei diversi momenti di valutazione

Momento temporale	Media (mm)	Deviazione standard (mm)
Valore di riferimento (carico protesico)	7,9932	2,58217
A breve termine (1–2 anni)	9,7883	2,35895
Medio termine (3–6 anni)	10,2698	2,33992
Lungo termine (7–10 anni)	10,3448	2,39223

Tabella 4 Confronto a coppie del Pink Esthetic Score (PES) nei diversi momenti di valutazione

Confronto	Differenza media	Errore standard	Significatività (Sig.)
PESB vs. PESS	-1,795*	0,163	<0,001
PESB vs. PESM	-2,277*	0,174	<0,001
PESB rispetto a PESL	-2,352*	0,198	<0,001
PESS vs. PESM	-0,482*	0,072	<0,001
PESS rispetto a PESL	-0,557*	0,164	0,005
PESM rispetto a PESL	-0,075	0,140	1,000

PESB = PES al basale; PESS = PES a breve termine; PESM = PES a medio termine; PESL = PES a lungo termine

una recente revisione sistematica ha riportato che i profili transmucosali convergenti o concavi sono associati a una perdita ossea significativamente inferiore rispetto ai profili divergenti o paralleli tradizionali. Valente et al., [33] Inoltre, studi clinici comparativi hanno dimostrato che gli impianti con collare convergente presentano una ridotta perdita ossea perimplantare rispetto a quelli con collare divergente, suggerendo che la morfologia dell'area transmucosale svolga un ruolo cruciale nella conservazione ossea [2].

Un risultato rilevante di questo studio è il miglioramento del Pink Esthetic Score (PES) nel tempo. Questo fenomeno può essere spiegato dalla capacità del profilo convergente di creare una "camera" che consente la crescita e l'ispessimento dei tessuti molli perimplantari. La letteratura suggerisce che i componenti transmucosali concavi o convergenti promuovano la stabilità dei tessuti molli [28] e favoriscano la formazione di una guarnizione circolare di fibre di collagene ("effetto O-ring") che protegge l'osso sottostante [9]. Inoltre, è stato dimostrato che l'uso di profili di emergenza concavi o personalizzati, anche in fasi precoci come nel caso dei monconi di guarigione, porta a risultati superiori in termini di indice papillare e stabilità dei tessuti molli rispetto ai profili divergenti standard (Perez et al., [24] Questo concetto è ulteriormente supportato da evidenze che indicano come un maggiore spessore dei tessuti molli rappresenti un fattore protettivo per l'osso crestale (Linkevicius et al., 2009; [25]); aumentando virtualmente lo spazio a disposizione della mucosa, il design convergente può compensare i biotipi sottili, contribuendo alla stabilità osservata.

Il design convergente del collo offre inoltre vantaggi significativi dal punto di vista protesico, consentendo ai clinici di modulare il profilo di emergenza della corona. Al contrario, i profili di emergenza convessi o eccessivamente divergenti sono stati associati a un aumento del rischio di recessione mucosa [31] e a una maggiore perdita ossea marginale [32]. Inoltre, ampi angoli di emergenza sono stati correlati a una maggiore incidenza di mucosite perimplantare [29]. La geometria convergente dell'impianto utilizzato in questo studio facilita un approccio protesico rispettoso dei tessuti, consentendo alla corona di emergere con un profilo graduale che sostiene i tessuti molli senza esercitare una pressione eccessiva.

La morfologia del collo dell'impianto analizzata in questo studio consente un approccio paragonabile alle tecniche di preparazione verticale sui denti naturali, come la Biologically Oriented Preparation Technique (B.O.P.T.), in cui i tessuti molli si adattano alla forma protesica piuttosto che a una linea di finitura predeterminata [18]. Questa caratteristica consente una gestione protesica flessibile, utile non solo per ottenere risultati estetici immediati, ma anche per la gestione delle complicanze a lungo termine. Studi recenti hanno evidenziato che la crescita craniofacciale residua e la continua eruzione dentale possono portare a discrepanze verticali (infraocclusione) tra impianti e denti naturali anche nei pazienti adulti [34]. In questo contesto, gli impianti a livello tissutale con un profilo transmucosale convergente possono offrire un'ulteriore flessibilità protesica. Quando è necessaria la sostituzione di una corona in infraocclusione, il margine del nuovo restauro può essere posizionato più coronalmente lungo il profilo transmucosale convergente rispetto a quello del restauro precedente, consentendo potenzialmente l'adattamento alle nuove condizioni cliniche senza la necessità di un'immersione profonda del margine restaurativo o di ulteriori procedure chirurgiche [34].

Sebbene i risultati clinici a 10 anni siano incoraggianti, questo studio presenta diverse limitazioni intrinseche che devono essere discusse per consentire una corretta interpretazione dei dati.

La limitazione principale risiede nella natura retrospettiva dell'analisi. Inoltre, l'assenza di un gruppo di controllo contemporaneo (ad esempio, impianti con connessioni flat-to-flat o profili del collo divergenti inseriti negli stessi pazienti o in condizioni comparabili) non ci consente di affermare con assoluta certezza che i risultati favorevoli osservati siano attribuibili esclusivamente alla macrogeometria convergente. La stabilità ossea è stata valutata mediante radiografie periapicali. Sebbene questo metodo sia ampiamente accettato per il monitoraggio dei livelli ossei interprossimali (mesiali e distali), non fornisce informazioni sulle pareti ossee buccali e linguali. Studi clinici che utilizzano la tomografia computerizzata a fascio conico (CBCT) hanno dimostrato che le dimensioni della cresta ossea facciale sono fondamentali per i risultati estetici e possono variare indipendentemente dai picchi ossei interprossimali. Va inoltre riconosciuto che il profilo cervicale dell'impianto non è uniformemente convergente lungo l'intera porzione transmucosale. In particolare, soprattutto negli impianti con diametri più stretti, è presente un segmento divergente iniziale molto limitato prima che il profilo diventi convergente. Pertanto, il

La geometria valutata in questo studio deve essere interpretata come prevalentemente, piuttosto che completamente, convergente.

Un fattore di confondimento significativo in uno studio a lungo termine è la variabilità nel design protesico. Recenti evidenze indicano che l'angolo di emergenza protesica e il profilo della corona (convesso vs. concavo) svolgono un ruolo cruciale nella salute perimplantare e nella stabilità dei tessuti. Poiché l'angolo di emergenza di ciascun restauro protesico non era né standardizzato né misurato specificatamente nel corso del periodo decennale, non è stato possibile quantificare in che misura il design specifico della corona abbia contribuito al successo clinico o a potenziali complicanze, indipendentemente dalla geometria del collo dell'impianto. Inoltre, la posizione verticale del margine protesico lungo il profilo transmucosale dell'impianto non è stata standardizzata né registrata quantitativamente. Di conseguenza, non è stato possibile valutare in modo specifico la potenziale influenza della profondità effettiva della concavità transmucosale risultante e del rapporto individuale corona-impianto sugli esiti relativi all'MBL e al PES.

La letteratura ha ampiamente documentato che lo spessore basale della mucosa (biotipo) è un fattore determinante del rimodellamento osseo crestale iniziale; i tessuti molli sottili (<2 mm) sono spesso associati a una maggiore perdita ossea dovuta alla definizione della larghezza biologica. In questo studio retrospettivo, non è stato possibile recuperare dati accurati sullo spessore dei tessuti molli al momento del posizionamento dell'impianto per tutti i pazienti. Di conseguenza, non è possibile stabilire se la stabilità osservata sia stata influenzata prevalentemente dalla geometria convergente dell'impianto o dalla presenza di un biotipo spesso in una percentuale significativa dei pazienti trattati.

Infine, sebbene un follow-up di 10 anni sia considerevole, il numero finale di impianti analizzati potrebbe non essere sufficiente per rilevare eventi rari o complicanze tardive con significatività statistica. Inoltre, come in molti studi a lungo termine, non si può escludere l'influenza sulla stabilità dei tessuti di variabili non controllate verificatesi nel corso del decennio (quali cambiamenti nelle abitudini di igiene orale o l'insorgenza di condizioni sistemiche minori).

Nonostante i limiti descritti, il presente studio fornisce un contributo significativo alla letteratura sull'implantologia dentale. Sebbene i vantaggi biologici dei profili convergenti o concavi — quali la ridotta perdita ossea marginale e la maggiore stabilità dei tessuti molli — siano stati documentati in studi a breve e medio termine [28], mancano in gran parte dati longitudinali che confermino la stabilità a lungo termine di questi esiti. A nostra conoscenza, questo è il primo studio a documentare il comportamento clinico di impianti a livello tissutale con profilo transmucosale convergente su un arco temporale superiore a 10 anni. La conferma che la stabilità ossea marginale e i miglioramenti nei parametri estetici non sono transitori, ma si mantengono o addirittura migliorano nel corso di un decennio, convalida dal punto di vista biologico il concetto di convergenza transmucosale come strategia affidabile per la conservazione a lungo termine della salute perimplantare.

Conclusioni

Entro i limiti del presente studio retrospettivo, i risultati osservati nel corso di un follow-up decennale indicano che l'uso di impianti *a livello tissutale* con profilo transmucosale convergente è associato a stabilità del livello osseo marginale e a un progressivo miglioramento dei parametri estetici dei tessuti molli.

Queste osservazioni cliniche suggeriscono che la specifica macrogeometria convergente del collo dell'impianto possa favorire un adattamento positivo dei tessuti perimplantari, creando probabilmente uno spazio adeguato per l'ispessimento della mucosa e la conseguente protezione dell'osso crestale sottostante. Se questa configurazione dell'impianto possa fornire particolari benefici in siti con un fenotipo della mucosa perimplantare sottile rimane un'ipotesi interessante che dovrebbe essere specificamente indagata in studi prospettici controllati.

Tuttavia, sono necessari ulteriori studi clinici prospettici randomizzati per confermare questi risultati e convalidarli su scala più ampia.

Ringraziamenti Gli autori desiderano ringraziare il signor Antonello Di Felice (odontotecnico) per aver realizzato la maggior parte dei restauri protesici destinati agli impianti inseriti in questo studio.

Contributi degli autori Ideazione e progettazione dello studio: NAV, GC; Procedure cliniche: GC, AC; Raccolta dati: NC, DC; Statistica: HS; Analisi e interpretazione dei dati: NAV, HS; Bozza del manoscritto: NAV; Revisione critica della bozza del manoscritto: NAV, HS, GC.

Finanziamento: finanziamento per l'accesso aperto fornito dall'Università degli Studi di Cagliari nell'ambito dell'accordo CRUI-CARE.

Disponibilità dei dati Nel corso del presente studio non sono stati generati né analizzati set di dati.

Dichiarazioni

Conflitti di interesse Gli autori dichiarano l'assenza di conflitti di interesse.

Accesso aperto Questo articolo è concesso in licenza ai sensi della licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale, che consente l'uso, la condivisione, l'adattamento, la distribuzione e la riproduzione su qualsiasi supporto o in qualsiasi formato, a condizione che si attribuisca il giusto riconoscimento agli autori originali e alla fonte, si fornisca un link alla licenza Creative Commons e si indichi se sono state apportate modifiche. Le immagini o altro materiale di terzi presenti in questo articolo sono inclusi nella licenza Creative Commons dell'articolo, salvo diversa indicazione nella nota di attribuzione relativa al materiale. Se il materiale non è incluso nella licenza Creative Commons dell'articolo e l'uso che si intende farne non è consentito dalla normativa vigente o supera i limiti consentiti, sarà necessario ottenere l'autorizzazione direttamente dal titolare del diritto d'autore. Per visualizzare una copia di questa licenza, visitare il sito http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

Riferimenti

1. Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J (1998) Risposta dei tessuti molli alla formazione di placca in diversi sistemi implantari. Uno studio comparativo sul cane. Clin Oral Implants Res 9:73–79

2. Agustín-Panadero R, Martínez-Martínez N, Fernandez-Estevan L, Faus-López J, Solá-Ruiz M (2019) Influenza della morfologia dell'area transmucosale sulla perdita ossea perimplantare negli impianti a livello tissutale. Int J Oral Maxillofac Implants 34:947–852
3. Berglundh T, Lindhe J (1996) Dimensioni della mucosa perimplantare. Una rivisitazione della larghezza biologica. J Clin Periodontol 23:971–973
4. Broggini N, McManus LM, Hermann JS, Medina R, Schenk RK, Buser D, Cochran DL (2006) Infiammazione perimplantare definita dall'interfaccia impianto-moncone. J Dent Res 85:473–478
5. Broggini N, McManus LM, Hermann JS, Medina RU, Oates TW, Schenk RK, Buser D, Mellonig JT, Cochran DL (2003) Infiammazione acuta persistente all'interfaccia impianto-moncone. J Dent Res 82:232–237
6. Canullo L, Menini M, Covani U, Pesce P (2020) Risultati clinici dell'utilizzo di un protocollo protesico per la riabilitazione di impianti a livello tissutale con collare convergente nella zona estetica: uno studio prospettico di 3 anni. J Prosthet Dent 123:246–251
7. Caton JG, Armitage G, Berglundh T, Chapple ILC, Jepsen S, Kornman KS, Mealey BL, Papapanou PN, Sanz M, Tonetti MS (2018) Un nuovo schema di classificazione per le malattie e le condizioni parodontali e perimplantari – Introduzione e principali modifiche rispetto alla classificazione del 1999. J Clin Periodontol 45:S1–S8
8. Chang C, Chen MSC, Hsu M, Dent M (2010) Effetto biomeccanico del platform switching nell'implantologia dentale: un'analisi tridimensionale. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*
9. Ciurana X, Acedo Á, Vela X, Fortuño A, García J, Nevins M (2016) Disposizione delle fibre del tessuto connettivo perimplantare attorno agli impianti con platform switching dotati di abutment conici e sua relazione con l'osso sottostante: uno studio istologico sull'uomo. Int J Periodontics Restorative Dent 36:533–540
10. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D (1997) Larghezza biologica attorno agli impianti in titanio. Un'analisi istometrica della giunzione implantogengivale attorno a impianti non sommersi, sia sotto carico che senza carico, nella mandibola canina. J Periodontol 68:186–198
11. Enkling N, Jöhren P, Katsoulis J, Bayer S, Jervøe-Storm PM, Mericske-Stern R, Jepsen S (2013) Influenza del platform switching sulle alterazioni a livello osseo: uno studio clinico randomizzato triennale. J Dent Res 92:139–145
12. Gianfilippo R, Di Valente NA, Toti P, Wang HL, Barone A (2020) Influenza dello spessore della mucosa perimplantare sulla perdita ossea precoce: una revisione sistematica con meta-analisi. J Periodontal Implant Sci 50
13. Glauser R, Schüpbach P, Gottlow J, Hämmerle CHF (2005) Barriera dei tessuti molli perimplantari in mini-impianti monoblocco sperimentali con diversa topografia superficiale nell'uomo: una panoramica al microscopio ottico e un'analisi istometrica. Clin Implant Dent Relat Res. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2005.tb00074.x
14. González-Martín O, Lee E, Weisgold A, Veltri M, Su H (2020) Gestione del contorno dei restauri implantari per profili di emergenza ottimali: linee guida per restauri provvisori immediati e ritardati. Int J Periodontics Restor Dent 40:61–70
15. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL (2001) Larghezza biologica attorno a impianti in titanio monoblocco e a due pezzi. Clin Oral Implants Res 12:559–571
16. Lazzara RJ, Porter SS (2006) Platform switching: un nuovo concetto nell'implantologia dentale per il controllo dei livelli ossei crestali post-restaurativi. Int J Periodontics Restor Dent 26:9–17
17. Linkevicius T, Apse P, Grybauskas S, Puisys A (2009) L'influenza dello spessore dei tessuti molli sulle variazioni dell'osso crestale intorno agli impianti: uno studio clinico prospettico controllato della durata di 1 anno. Int J Oral Maxillofac Implants 24:712–719
18. Loi I, Di Felice A (2013) Tecnica di preparazione orientata alla biologia (BOPT): un nuovo approccio per il restauro protesico di denti parodontalmente sani. Eur J Esthet Dent 8:10–23
19. Maeda Y, Miura J, Taki I, Sogo M (2007) Analisi biomeccanica del platform switching: esiste una giustificazione biomeccanica? Clin Oral Implants Res 18:581–584
20. Mattheos N, Vergoullis I, Janda M, Miseli A (2021) Il complesso sopracrestale dell'impianto e la sua importanza per il successo clinico a lungo termine. Int J Prosthodont. https://doi.org/10.11607/ijp.7201
21. Monje A, González-Martín O, Ávila-Ortiz G (2023) Impatto delle caratteristiche dei tessuti molli perimplantari sulla salute e sull'estetica. J Esthet Restor Dent 35:183–196
22. Morón-Conejo B, Sanz-Sánchez I, Salido MP, Martínez-Rus F, Pradíes G (2023) L'effetto di un collo transmucosale convergente sui tessuti molli e sugli esiti radiografici: uno studio randomizzato controllato con follow-up di 1 anno. Clin Oral Investig 27:2923–2933
23. Do Nascimento C, Pedrazzi V, Miani PK, Moreira LD, De Albuquerque Junior RF (2009) Influenza del serraggio ripetuto delle viti sulla infiltrazione batterica lungo l'interfaccia impianto-moncone. Clin Oral Implants Res 20:1394–1397
24. Perez A, Caiazzo A, Valente NA, Toti P, Alfonsi F, Barone A (2019) Abutment di guarigione standard vs personalizzati con innesto osseo simultaneo per le alterazioni tissutali intorno agli impianti immediati. Risultati a 1 anno da uno studio clinico randomizzato. Clin Implant Dent Relat Res. https://doi.org/10.1111/cid.12871
25. Puisys A, Linkevicius T (2015) L'influenza dell'ispessimento del tessuto mucoso sulla stabilità dell'osso crestale intorno agli impianti a livello osseo. Uno studio clinico prospettico controllato. Clin Oral Implants Res 26:123–129
26. Rodríguez X, Vela X, Calvo-Guirado JL, Nart J, Stappert CFJ (2012) Effetto del platform switching sull'orientamento delle fibre di collagene e sul riassorbimento osseo intorno agli impianti dentali: uno studio istologico preliminare su animali. Int J Oral Maxillofac Implants 27:1116–1122
27. Rodriguez X, Vela X, Segalà M (2017) Progettazione e gestione all'avanguardia della riabilitazione implantare: un approccio basato su monconi conici. Compend Contin Educ Dent (Jamesburg NJ 1995) 38:482–491
28. Rompen E, Raepsaet N, Domken O, Touati B, Van Dooren E (2007) Stabilità dei tessuti molli sulla faccia facciale degli abutment convergenti verso la gengiva nella zona estetica: uno studio clinico pilota. J Prosthet Dent 97:S119–S125
29. Rungtanakiat P, Thitaphanich N, Chengprapakorn W, Janda M, Arksornnukit M, Mattheos N (2023) Associazione tra gli angoli protesici del complesso sopracrestale dell'impianto e la mucosite dei tessuti perimplantari. Clin Experimental Dent Res 9:425–436
30. Rungtanakiat P, Thitaphanich N, Janda M, Strauss FJ, Arksornnukit M, Mattheos N (2024) Associazione tra le dimensioni della mucosa perimplantare e gli angoli del profilo di emergenza della protesi implantare. Clin Experimental Dent Res 10
31. Siegenthaler M, Strauss FJ, Gamper F, Hämmerle CHF, Jung RE, Thoma DS (2022) I restauri implantari anteriori con profilo di emergenza convesso aumentano la frequenza della recessione: risultati a 12 mesi di uno studio clinico randomizzato controllato. J Clin Periodontol 49:1145–1157
32. Strauss FJ, Park J, Lee J, Schiavon L, Smirani R, Hitz S, Chantler JGM, Mattheos N, Jung R, Bosshardt D, Cha J, Thoma D (2024) Un ampio angolo di emergenza del restauro aumenta la perdita ossea marginale e compromette l'integrità dell'epitelio giunzionale del complesso sopracrestale dell'impianto: uno studio preclinico. J Clin Periodontol. https://doi.org/10.1111/jcpe.14070
33. Valente N, Wu M, Toti P, Derchi G, Barone A (2020) Impatto dei profili transmucosali degli impianti concavi/convergenti rispetto a quelli paralleli/divergenti sui tessuti peri-implantari duri e molli: una revisione sistematica con meta-analisi. Int J Prosthodont 33:553–564
34. Valente NA, D'Amato S, Farella M (2025) Crescita facciale tardiva ed eruzione dentoalveolare continua: implicazioni per il posizionamento ottimale degli impianti dentali. *Periodontology 2000*

Nota dell'editore: Springer Nature mantiene una posizione neutrale riguardo alle rivendicazioni giurisdizionali relative alle mappe pubblicate e alle affiliazioni istituzionali.