

Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD

** Professore Associato, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia. Editore della Digital Dentistry Section del Journal of Dentistry (Elsevier) rivista Q1 con impact factor 4.8 e citescore 7.3. Socio Fondatore, Socio Attivo e Presidente (2024-2025) della Digital Dentistry Society (DDS) International. Direttore della Mangano Digital Academy (MDA), accademia che ha lo scopo di promuovere l'educazione nell'Odontoiatria Digitale. Ideatore del Corso "#ZEROMICRONS: la Precisione in Digital Dentistry". Autore di 155 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus e ad elevato impact factor, con un h-index di 58 (Google Scholar) e 43 (Scopus). Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale, ed allo sviluppo ed all'applicazione di tecnologie innovative in Odontoiatria, come l'intelligenza artificiale, la realtà aumentata e la robotica.*

#VertiPrep

Preparazione verticale e minima invasività per i **restauri estetici dei settori anteriori**

Cari amici e colleghi,
in questo numero di DentalTech di gennaio-febbraio 2025 parliamo di faccette dentali "*digital*", di preparazioni minimamente invasive e di ***#VertiPrep***. Lo facciamo con l'aiuto del più grande, un fuoriclasse assoluto, vanto dell'Odontoiatria italiana nel mondo, e anche amico vero: il Dr. Mario Imburgia. Mario, forte di un'esperienza incredibile sull'argomento, ha ideato un protocollo dedicato che è in grado di donare sorrisi meravigliosi ai pazienti attraverso la combinazione di digitale, preparazioni verticali e ridotta invasività: Re-Smiling. A questo innovativo protocollo è dedicato il presente approfondimento di DentalTech.
Proprio di questo protocollo Mario parlerà al prossimo congresso della Digital Dentistry Society (DDS) che si terrà a Venezia, nella bellissima sede del Palazzo del Cinema, dal 16 al 18 ottobre 2025. Una straordinaria occasione per imparare dai migliori clinici e ricercatori del mondo del dentale. Dopo il successo del Congresso DDS di Firenze dello scorso ottobre 2024, con oltre 600 partecipanti provenienti da 60 diversi paesi, siamo pronti a replicare con un evento ancora più grande, ricco di contenuti e di innovazioni, e di grande fascino. Non potete mancare!

Un abbraccio e a presto!

Francesco Mangano



Dr. Mario Imburgia

Visiting Professor al Master di Odontoiatra Digitale dell'Università di Brescia.
Adjunct Professor presso l'Eastman Institute for Oral Health - University of Rochester (USA).
Esercita la libera professione a Palermo, Milano, Verona e Roma.

#VertiPrep

Il metodo Re-Smiling per le riabilitazioni estetiche

Le riabilitazioni estetiche hanno sempre rappresentato per il clinico una sfida, e nella carriera del dentista probabilmente rappresentano il gesto tecnico più complesso da realizzare con successo e con piena soddisfazione del paziente. I fattori che rendono spesso imprevedibile il risultato possono essere diversi, e non sempre chiaramente riconoscibili, se non dai più esperti protesisti. L'introduzione delle nuove tecnologie digitali, e dei software di pianificazione hanno reso queste riabilitazioni più predicibili, più facilmente comunicabili al paziente, e con un risultato spesso molto ma molto vicino a ciò che è stato pianificato. Ho accumulato una notevole esperienza in questo tipo di riabilitazioni, raccogliendo dati relativamente a nuove tecniche e miglioramento di tecniche esistenti nella riabilitazione con faccette. L'enorme numero di informazioni, ottenute grazie a diversi studi clinici, unitamente ai numerosi casi trattati hanno consentito di poter sviluppare delle solide basi scientifiche ed iconografiche per un progetto editoriale insieme a Quintessence publishing di Berlino che raccogliesse in un testo unico e completo tutte le informazioni per poter realizzare una riabilitazione con faccette con un metodo innovativo, predicibile e minimamente invasivo.

Tutto questo è il metodo Re-Smiling, sintesi della frase *Restyling smiles with vertical veneers*. Alcuni dei punti essenziali della riabilitazione con faccette con il metodo ReSmiling sono:

1. **l'analisi estetica digitale del sorriso.** L'analisi estetica del sorriso inizia sempre considerando il volto del paziente. Infatti, i parametri estetici





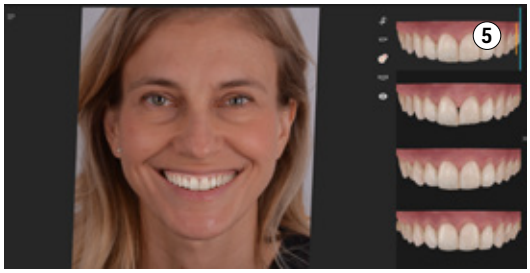


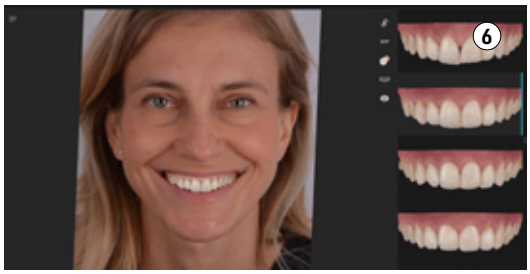


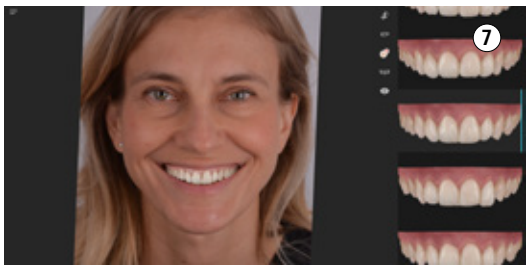
Fig.1. La paziente si presenta alla mia osservazione lamentando un discomfort estetico.
Fig. 2. All'esame obiettivo si rileva la presenza di una diffusa pigmentazione, probabilmente farmaco indotta, su entrambe le arcate.
Fig. 3. Dettaglio dell'arcata superiore, oltre alla diffusa pigmentazione si rileva la presenza di un diastema. La richiesta della paziente è un miglioramento del colore e della forma dei denti con chiusura del diastema.
Fig. 4. La progettazione estetica 2D realizzata tramite Smile Cloud. Le modifiche di forma vengono sviluppate tramite una smile frame che può essere modificata in termini di posizione e dimensione.

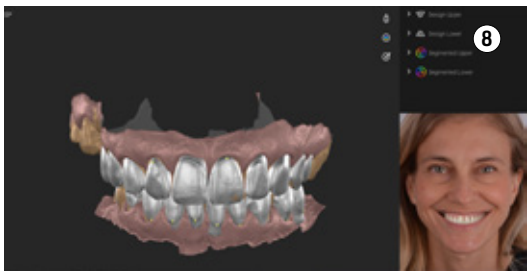
facciali sono quelli che determinano la corretta posizione degli elementi dentari da un punto di vista estetico. Tra questi i più importanti sono la linea mediana del volto, la linea del sorriso ed il piano dell'orizzonte. Ciò che per anni abbiamo fatto con vari programmi e con passaggi spesso complicati, oggi può essere realizzato in maniera più semplice, e graficamente molto accattivante, tramite un software di intelligenza artificiale. Il software consente di ottenere un rendering del sorriso ideale del paziente in pochi clic, inoltre, grazie all'intelligenza artificiale che ne regola il funzionamento, le proposte terapeutiche possono essere diverse, con diversi scenari che possono essere scelti di comune accordo con il paziente.

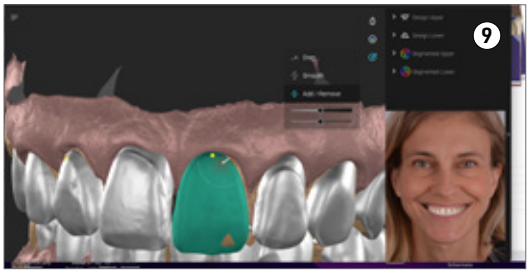
Aggiungendo anche le scansioni del paziente è possibile ottenere un progetto tridimensionale dove l'80% del posizionamento degli elementi dentari viene eseguito dall'intelligenza artificiale, e l'operatore clinico dovrà limitarsi a quei piccoli aggiustamenti di fine Tuning per ottimizzare il caso. Il dato estremamente interessante è che il progetto 3D, esportabile in qualunque momento, è sempre legato a un rendering 2D che cambia simultaneamente alle modifiche del 3D. Il metodo ReSmiling si basa su un breve questionario sottoposto al paziente che consente di ottenere una accettazione molto elevata del piano di trattamento, allineando le aspettative del paziente al progetto estetico sviluppato.













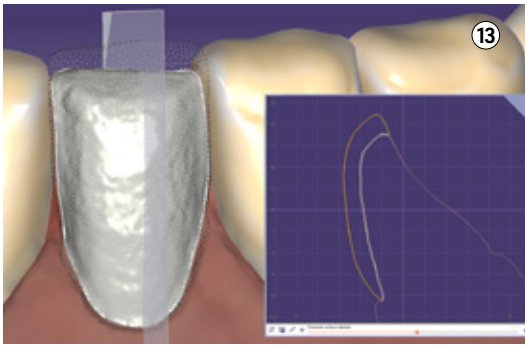


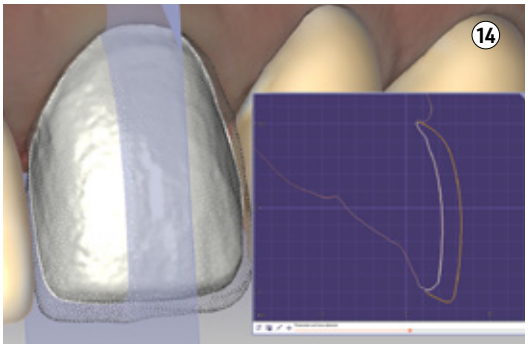


Figs. 5,6,7. Grazie all'intelligenza artificiale vengono sviluppate diverse forme dentali all'interno della smile frame.
Figs. 8,9. Partendo dal progetto 2D il software posiziona delle mesh sulle impronte digitali. Queste anatomie 3D possono essere facilmente modificate con degli strumenti CAD essenziali ma estremante funzionali.
Fig. 10. Le preparazioni VertiCAD.
Figs. 11, 12. Le preparazioni definitive all'interno del Software CAD per la progettazione definitiva dei files.

2. **La Preparazione VertiCAD.** Una preparazione moderna e minimamente invasiva. La preparazione presentata nel libro ReSmiling è una preparazione VertiCAD, cioè una preparazione di tipo verticale (senza linea di finitura) realizzata attraverso il progetto tridimensionale del Mock-Up con delle caratteristiche geometriche ottimizzate per la progettazione digitale mediante software CAD. La preparazione verticale per anni è stata definita come incompatibile con un flusso di lavoro digitale, oggi, la sua versione aggiornata (preparazione VertiCAD) rappresenta una procedura valida e minimamente invasiva per la realizzazione di preparazioni in restauri parziali e completi da realizzare con flusso di lavoro completamente digitale. La preparazione deve essere studiata in ogni suo aspetto tale da non compromettere la fase di manufacturing del restauro che verrà realizzato. Bisogna sempre pensare che la geometria che il clinico realizzerà mediante la preparazione dovrà essere poi copiata in negativo da un macchinario che potrà essere una stampante 3D o un fresatore. La conoscenza delle fasi di realizzazione dei restauri rappresenta un punto fondamentale per ottenere il massimo dal connubio verticale/digitale.

3. **Un flusso di lavoro completamente digitale.** Questo ci consente di poter ottenere un risultato uguale se non migliore della pre-visualizzazione che abbiamo ottenuto dall'inizio, le modifiche per l'integrazione facciale sono praticamente ridotte al minimo, così come le prove intermedie. Grazie al perfezionamento delle tecniche di realizza-













Figs. 13,14. La cut view consente di potere sviluppare un profilo emergente nel rispetto della morfologia gengivale. Il margine di finitura viene posizionato sulla parte più apicale della parete verticale della preparazione.
Figs. 15,16. Le faccette dell'arcata superiore e la loro integrazione con i tessuti gengivali.
Figs. 17,18. Le faccette dell'arcata inferiore e la loro integrazione con i tessuti gengivali.

Si ringraziano Nicola Palladino e Fabrizio Pasini per l'eccellente lavoro odontotecnico.

zione dei restauri parziali, si possono ottenere degli ottimi fitting e una conseguente salute ottimale dei tessuti parodontali. Le tecnologie che utilizziamo prevalentemente sono lo scanner intraorale per rilevamento delle impronte preliminari e definitive, scanner che deve avere delle caratteristiche di precisione alte, così come una grande affidabilità nel rilevamento delle relazioni inter-mascellari. Uno scanner di alto livello consente il rilevamento dell'impronta intra-sulculare con facilità, in maniera tale da ottenere un'area in cui può essere sviluppato il profilo emergente del restauro. Il design definitivo dei nostri restauri verrà sviluppato tramite software Cad che hanno tutte le funzionalità per tenere sotto controllo in qualunque punto profili emergenti e anatomia; in fase di manufacturing, invece le tecnologie che andiamo a utilizzare sono fondamentalmente il milling, o in alternativa il 3D print and press.

Tutti i vari step, dalla comunicazione col paziente alla gestione delle complicanze, sono stati affrontati in maniera approfondita all'interno del libro che ho dedicato a questo argomento. Grandissimo peso, più di un terzo del libro, è stato dedicato alla riabilitazione dei pazienti con usure dentali gravi, utilizzando un approccio in uno step unico, che consente di ridurre i tempi di trattamento e aumentare la predicibilità al tempo stesso con casi con follow up a lungo termine. L'usura dentale è una patologia emergente che interessa un'alta percentuale dei nostri pazienti. Il protocollo Re-Smiling consente di ottenere un risultato ottimale con un tempo di trattamento ridotto ed una invasività minima.





Figs. 19, 20. L'integrazione facciale della riabilitazione con faccette.

#VertiPrep

(Re)Smiling

RESTYLING SMILES WITH VERTICAL VENEERS



Il libro raggruppa una imponente raccolta clinica di dati ricca di protocolli e tips & tricks per tutti i clinici che volessero occuparsi di faccette da realizzare con un flusso completamente digitale e con la tecnica di preparazione verticale.

La tecnica presentata (**VertiCAD**) è assolutamente originale e presenta tantissimi vantaggi clinici se paragonati alle tecniche convenzionali. Infatti:

riduce enormemente l'invasività;

aumenta la predicibilità a lungo termine della terapia con faccette, non solo per fini estetici ma anche per finalità di tipo funzionale.

Il libro si articola in tre macro aree, una **prima area di analisi estetica del sorriso**, che ripercorre i parametri estetici più importanti per l'analisi del sorriso e per la realizzazione di un progetto estetico, utilizzando tutti i più moderni software di progettazione digitale su fotografia e su modelli 3D.

La **seconda area è rappresentata dalle riabilitazioni con un approccio conformativo**, ossia tutte quelle situazioni in cui bisogna adattarsi o copiare qualcosa. Il libro presenta una carrellata di casi in base alle varie situazioni cliniche: dalle correzioni di posizione o di colore alle riabilitazioni miste con faccette e impianti o trattamenti combinati orto-protesici.

La **terza area tematica è rappresentata dalle riabilitazioni complete, su pazienti abrasi**. All'interno del libro è presentata una tecnica in one step che consente di riabilitare i pazienti abrasi con pochissimi passaggi clinici e con un'altissima predicibilità. Questo tipo di trattamento rappresenta un protocollo terapeutico che può coniugare un miglioramento estetico con quello funzionale. Il libro è arricchito da più di **2.800 illustrazioni, disegni e fotografie ad alta qualità**.

INFORMAZIONI

Pubblicazione prevista: aprile 2025
Prima edizione: 2025
Copertina rigida: 25 x 25 cm
Pagine: 840
Illustrazioni: 2.800
Lingua: inglese
Categoria: odontoiatria estetica

Scansiona il codice QR per informazioni sul libro

#VertiPrep

Faccette full digital: quale predicibilità nel lungo periodo?



Dr. Mario Imburgia

Visiting Professor al Master di Odontoiatra Digitale dell'Università di Brescia.
Adjunct Professor presso l'Eastman Institute for Oral Health - University of Rochester (USA).
Esercita la libera professione a Palermo, Milano, Verona e Roma.

DentalTech intervista il Dr. Mario Imburgia, punta di diamante della protesi digitale italiana ed ideatore del protocollo "Re-Smiling".

Francesco Mangano
Ciao Mario, è un piacere ospitarti in questo numero di DentalTech. Puoi raccontarci quando hai iniziato a lavorare con le preparazioni verticali ed il full digital, nell'ambito delle faccette dentali? Quando tutto è iniziato? E perché hai sentito l'esigenza di intraprendere questo percorso? Quali le motivazioni?

Mario Imburgia
Caro Francesco, è sempre un piacere rispondere alle tue iniziative. Ho iniziato a lavorare con le preparazioni verticali e il full digital nell'ambito delle faccette ma anche delle corone e ponti da oltre 15 anni. Da subito mi sono reso conto dell'enorme potenziale dell'unione della preparazione verticale con il digitale.
A quel tempo non è stato facile perché la maggior parte delle aziende dicevano che non era possibile prendere le impronte sulle preparazioni verticali con gli scanner, e successivamente realizzare dei restauri interamente ceramici sia in silicato sia in zirconio su preparazioni verticali. Io in realtà non ero assolutamente convinto di queste affermazioni ed ho perseverato in questa strada, non con poche difficoltà. La ciliegina sulla torta è stata rappresentata dalle faccette, infatti, la richiesta dei miei pazienti era quella di migliorare il loro sorriso ma non trovavo soddisfacenti le tecniche tradizionali, eccessivamente laboriose, ma soprattutto invasive perché prevedevano sempre la preparazione con margine, che parliamoci chiaro, anche se realizzata sotto microscopio e dalle più abili mani, porta nel 95% dei casi alla rimozione dello smalto nella zona cervicale.

Le implicazioni sono diverse:
1) necessità di fare l'anestesia,
2) rimozione dello smalto e
3) riduzione della predicibilità a lungo termine.
Insomma, tutta una serie di implicazioni che ne riducono a mio avviso l'applicabilità nella pratica clinica quotidiana.
Grazie alla metodica che ho affinato e messo appunto nell'arco degli anni oggi mi sento di poter dire che riesco offrire ai mie i pazienti il miglior trattamento possibile nell'ambito delle faccette, infatti, riesco ad avere un enorme predicibilità fra quanto pianificato e quanto poi realizzo al termine del trattamento, tutto questo è possibile grazie al digitale. Inoltre, grazie alle preparazioni verticali riesco a eseguire questi trattamenti senza anestesia, in poco tempo e con una predicibilità a lungo termine estremamente elevata.

Francesco Mangano
In base ai dati a tua disposizione, alla tua esperienza ed ai follow-up, qual è ad oggi la predicibilità delle tecniche full digital, basate su ridotta invasività e verti-prep, per le faccette dentali? Mi riferisco al medio e lungo periodo.

Mario Imburgia
Abbiamo pubblicato diversi dati, che sono stati estremamente soddisfacenti.
Nello specifico posso dire che ad oggi le complicanze con questo tipo di tecnica sono episodiche, interessano orientativamente uno/due restauri ogni 1.000 circa. Inoltre, le complicanze sono sempre di facile risoluzione, il segreto sta probabilmente nella massima preservazione dello smalto che oltre a prolungare la longevità del legame adesivo preserva gli elementi dentari da carie ed infiltrazioni. Pertanto nel lungo termine, circa dieci anni, abbiamo una percentuale di complicanze che è sotto lo 0,5%.

Francesco Mangano
Recentemente hai pubblicato un interessante articolo di follow-up sulla tua casistica, sull'European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry (A Retrospective Clinical Study on 1075 Lithium Disilicate CAD/CAM Veneers with Feather-Edge Margins Cemented on 105 Patients. Imburgia et al. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2021; 29:54-63) puoi raccontarci di più?

Quando sarai in grado di pubblicare un ulteriore follow-up study?

ferto molto di questa stasi temporanea, pertanto, ho cercato di ri-analizzare i casi trattati, raccoglierli e raccontarli.
Ho trovato tantissimi tips & tricks che per me erano assolutamente scontati, ma che probabilmente non lo erano per tanti colleghi e ho deciso di scrivere un libro. La prima intenzione è stata quella di scrivere un libro piccolo e semplice, di facile consultazione. Oggi il progetto Re-Smiling si è ingrandito, è diventato un'opera editoriale di circa 800 pagine i cui diritti sono stati acquistati dalla Quintessenza publishing di Berlino, e che verrà pubblicato ad aprile negli Stati Uniti e in tutti i paesi anglofoni, spero nel 2025 di avere anche un'edizione italiana.
Ma il progetto Re-Smiling è anche altro, infatti la volontà di eseguire trattamenti di tipo estetico funzionale con la minima invasività possibile con flussi lavoro interamente digitali mi ha portato a seguire diverse prestigiose cliniche in giro per l'Italia dove eseguiamo questi trattamenti.
Inoltre, ho iniziato un programma di divulgazione all'interno di diverse aziende, il cui fine è non solo formare i medici per l'esecuzione di questi trattamenti, ma anche seguirli in fase di realizzazione odontotecnica e da remoto con tutti i vari suggerimenti sia sul piano clinico ma anche sul piano di gestione del paziente e delle complicanze.



Si ringrazino i ragazzi del DLAB per l'esecuzione odontotecnica

Mario Imburgia
Siamo in fase di preparazione di uno studio clinico retrospettivo che ha l'ambizione di raccogliere la più alta casistica su faccette mai pubblicata. Essermi dedicato tanto a questa metodica mi ha consentito di raccogliere una quantità enorme di dati ad oggi ho dati a disposizione su oltre 10.000 restauri, spero entro la fine del 2025 di poter pubblicare questo ulteriore studio.

Francesco Mangano
Quando è nato il progetto Re-Smiling?

Mario Imburgia
Il progetto Re-Smiling nasce durante la pandemia, infatti in quel periodo le nostre mani si sono dovute fermare come i nostri studi, ed ognuno di noi ha dovuto trovare il modo di mantenersi occupato. Io, che sono un iperattivo per natura, ho sof-

Grazie Mario, per il tuo contributo straordinario in questo numero di DentalTech, per la tua straordinaria professionalità e per la tua amicizia.

DDS Global Congress 2025

Dentistry between Artificial Intelligence, Mixed Reality and Robotics

Venezia | 16-18 Ottobre 2025



Salva la DATA!

Il più grande evento scientifico internazionale di odontoiatria digitale

I maggiori esperti della ricerca e della clinica odontoiatrica presenteranno le tecnologie digitali più innovative e la loro applicazione clinica: al centro dell'evento 2025 ci saranno l'intelligenza artificiale, la realtà mista e la robotica.



Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD

** Professore Associato, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia. Editore della Digital Dentistry Section del Journal of Dentistry (Elsevier) rivista Q1 con impact factor 4.8 e citescore 7.4. Editore del Digital Dentistry Journal (Elsevier). Socio Fondatore, Socio Attivo e Presidente (2024-2025) della Digital Dentistry Society (DDS) International. Direttore della Mangano Digital Academy (MDA), accademia che ha lo scopo di promuovere l'educazione nell'Odontoiatria Digitale. Ideatore del Corso "#ZEROMICRONS: la Precisione in Digital Dentistry". Autore di oltre 150 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus e ad elevato impact factor, con un h-index di 57 (Google Scholar) e 44 (Scopus). Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale, ed allo sviluppo ed all'applicazione di tecnologie innovative in Odontoiatria, come l'intelligenza artificiale, la realtà aumentata e la robotica.*

#ArtificialIntelligence

La radiologia 3D al servizio della chirurgia: intelligenza artificiale e segmentazione automatica

Cari amici e colleghi,
in questo numero di DentalTech di aprile 2025 parliamo di radiologia 3D e di come, grazie all'Intelligenza Artificiale (***#ArtificialIntelligence***), sia possibile oggi ottenere una segmentazione automatica delle immagini derivate dalla cone beam computed tomography (CBCT), utile alla pianificazione e preparazione di interventi in chirurgia. Nello specifico, parliamo della chirurgia degli ottavi inclusi inferiori, e lo facciamo con l'aiuto di un amico e giovane collega, con il quale ho condiviso i tempi gloriosi del primo Master in Digital Dentistry dell'Università dell'Insubria, diretto dal compianto Professore Aldo Macchi: parlo di Nicolò Vercellini, oggi affermato relatore e professionista.
Vi rinnovo infine l'invito al prossimo Global Congress della Digital Dentistry Society (DDS), che si terrà a Venezia, nella bellissima sede del Palazzo del Cinema, dal 16 al 18 ottobre 2025. Una straordinaria occasione per imparare dai migliori clinici e ricercatori del mondo del dentale, in un evento ricco di contenuti e di innovazioni, e di grande fascino, dal titolo "Dentistry between Artificial Intelligence, Mixed Reality, and Robotics".
Vi aspetto, non dovete mancare!

Francesco Mangano

#ArtificialIntelligence



Nicolò Vercellini

DDS, MSc, FICD Faculty Member, Lake Como Institute (LCI) (Scientific Director: Tiziano Testori MD, DDS, MSc, FICD), Academy of Osseointegration (AO) Approved Training Provider, Como. Libera professione in Arsago Seprio (VA).

Segmentazione automatica della CBCT: uno strumento per semplificare la chirurgia estrattiva dei terzi molari

La chirurgia del terzo molare inferiore è tra le procedure più frequenti nel panorama odontoiatrico, soprattutto se si considera che, stando ad una recente indagine, nel 92% dei pazienti almeno un dente del giudizio è stato estratto. Prima di eseguire l'intervento è fondamentale affrontare una precisa fase diagnostica e pianificare con cura la strategia chirurgica.
Fino ai primi anni Duemila, tale valutazione era condotta quasi esclusivamente tramite esami radiologici bidimensionali (come l'ortopantomografia e alcune proiezioni endorali). L'avvento della radiologia tridimensionale ha poi rivoluzionato l'approccio a questa chirurgia, offrendo la possibilità di osservare con grande accuratezza i rapporti anatomici tra i denti e le strutture vicine. Tuttavia, in situazioni di inclusione del terzo molare con mesio - o disto - versione molto accentuate, basarsi soltanto sulle immagini radiologiche tridimensionali (come le cross-sections in **Fig. 1**) potrebbe portare i meno esperti a non comprenderne a fondo anatomia e rapporti.
Un valido strumento è il volume rendering, che però richiede una sogliatura non sempre intuitiva, specialmente per operatori con scarsa esperienza in radiologia o con limitate abilità informatiche. In quest'ottica, la segmentazione rappresenta una soluzione efficace, poiché consente di identificare in modo univoco le varie componenti anatomiche (elementi dentari, nervo alveolare inferiore e osso mandibolare), permettendo di selezionare cosa visualizzare e da quale prospettiva. Fino all'avvento dell'intelligenza artificiale, tuttavia, questa tecnica era poco utilizzata per via del significativo impegno richiesto all'operatore e per i lunghi tempi di elaborazione: la segmentazione per un intervento di avulsione di terzo molare inferiore, composta da quattro oggetti (terzo molare, secondo molare,

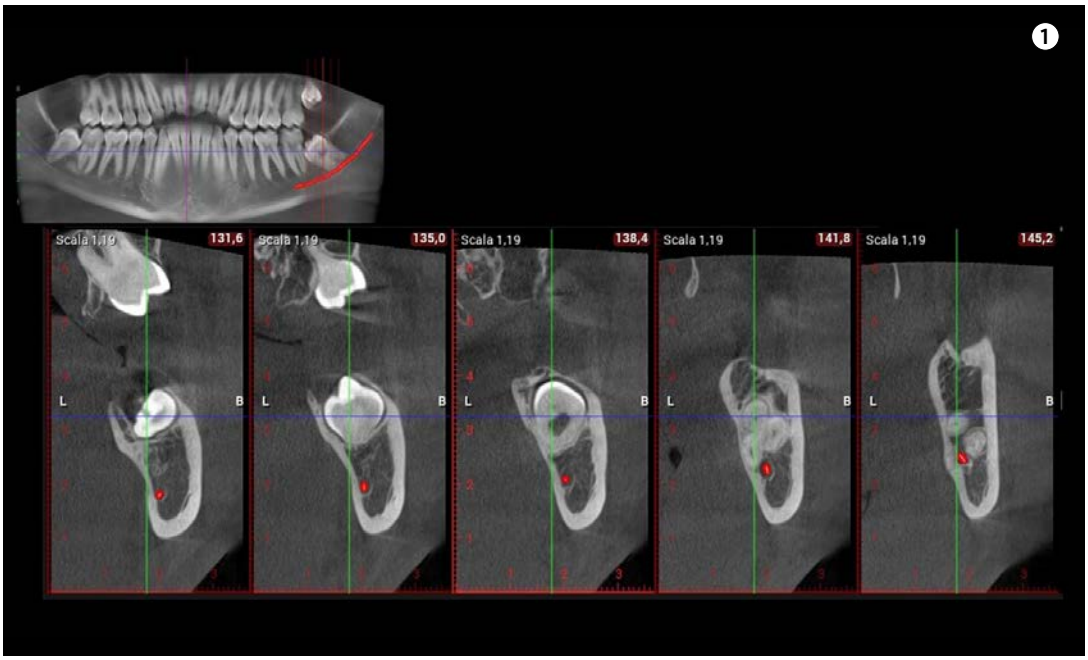


Fig. 1. Visualizzazione "Dental Scan" (Cross-sections) di elemento 3.8.

nervo alveolare e osso mandibolare), poteva facilmente richiedere dai 30 ai 40 minuti, con risultati non sempre coerenti tra un professionista e l'altro. Da alcuni anni, però, i software specialistici hanno semplificato questi passaggi, culminando nella segmentazione automatica, che ha finalmente raggiunto lo standard operativo auspicato per questo tipo di procedura.

I principali vantaggi di tale innovazione sono:

1. **Standardizzazione**: una metodica diagnostica che fornisce risultati differenti a due operatori diversi (per esempio, stime di distanze discordanti tra gli apici radicolari e il nervo alveolare) risulta poco affidabile. Automatizzare il processo riduce sensibilmente la variabilità.
2. **Riduzione dei tempi**: il dispendio temporale deve essere in equilibrio con le informazioni ottenute; un processo più rapido incoraggia l'utilizzo di questa tecnologia in ambito clinico.
3. **Facilità d'uso**: più una procedura diagnostica è intuitiva, maggiore è la probabilità che trovi ampia diffusione anche tra operatori meno esperti, migliorando la pratica clinica generale.

In sintesi, la segmentazione automatica (**Figs. 2, 3**) rende possibile ottenere, con pochi passaggi e in tempi contenuti (a seconda delle dimensioni del file e delle caratteristiche dell'hardware disponibile), una serie di oggetti tridimensionali esportabili e perfino stampabili, quali:

- Tutti gli elementi dentari
- Nervo alveolare inferiore
- Osso mandibolare e mascellare
- Tessuti molli
- Vie aeree

Questo approccio semplifica e rende più intuitiva la fase diagnostica rispetto alle sole immagini bidimensionali, restituendo una pre-visualizzazione molto più vicina alla reale anatomia del paziente.

CASO CLINICO

Un paziente di 22 anni viene inviato alla mia attenzione dal proprio odontoiatra di riferimento dopo aver manifestato numerosi episodi di pericoronite legati all'elemento 3.8, in mesio-versione quasi completa, trattati con terapia antibiotica che aveva risolto la sintomatologia solo per qualche mese. Era stata eseguita un'Ortopantomografia (OPT) che confermava la presenza del terzo molare e ha fatto emergere una possibile anatomia complessa, con uno stretto rapporto con il nervo alveolare inferiore. All'esame clinico (**Fig. 4**) era presente un sondaggio di circa 10 mm in area distale al 3.7, l'elemento presentava tutte le caratteristiche per consigliarne l'avulsione. Per pianificare l'intervento, è stata eseguita una CBCT (Planmeca OY, Helsinki, Finland), allo scopo di definire con precisione le relazioni anatomiche. Dall'analisi delle cross-sections (**Fig. 1**) si notava come l'elemento fosse tri-radicolato e a stretto contatto con il nervo alveolare inferiore, era tuttavia complesso stabilire come impostare le linee di odontotomia per rimuovere in sicurezza prima la corona, poi le radici. La segmentazione automatica, realizzata con il software Romexis 6 (Planmeca OY, Helsinki, Finland), ci ha invece permesso (**Figs. 2,3**) di:

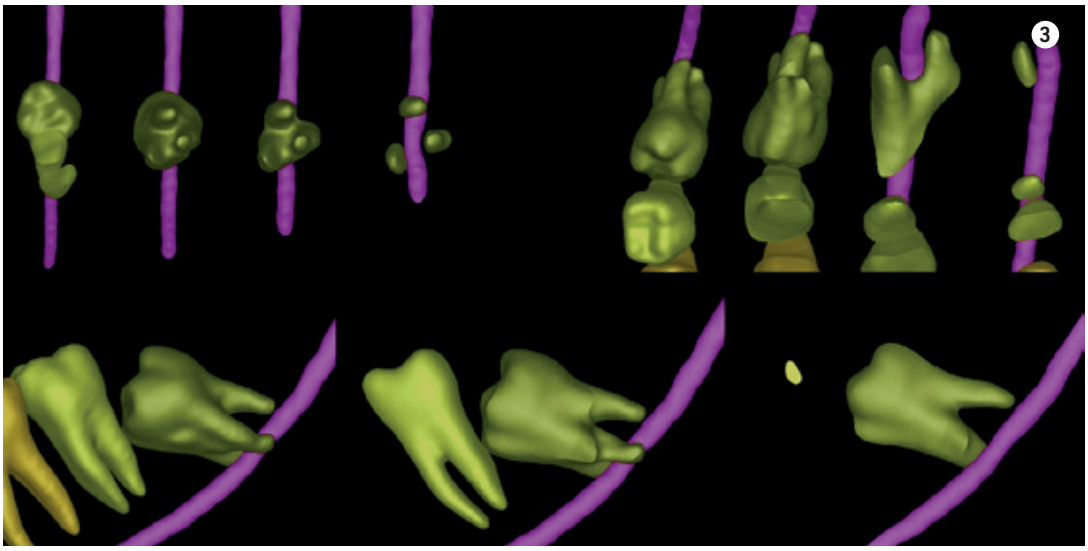
- valutare tridimensionalmente il dente rimuovendo virtualmente il supporto osseo,
- localizzare con precisione il nervo alveolare inferiore,



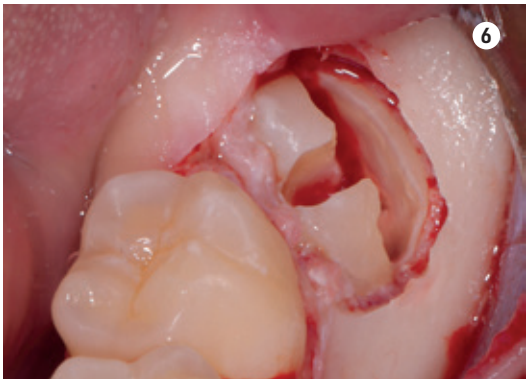
Fig. 2. Segmentazione automatica di tutti gli elementi dentali in visione vestibolare e linguale.

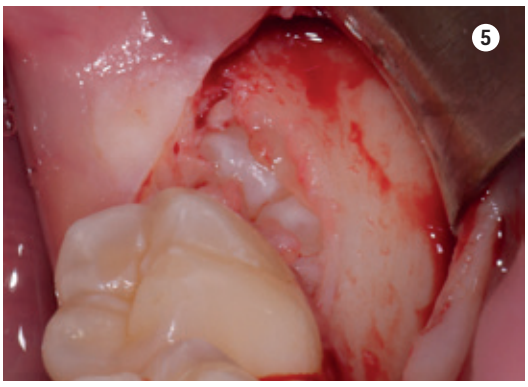
- *"sezionare"* virtualmente le strutture anatomiche secondo la visuale intraoperatoria desiderata o secondo i piani anatomici più idonei.

La fase diagnostica è, quindi, stata seguita dalla fase chirurgica: ottenuta la corretta anestesia, si è elevato un lembo a tutto spessore eseguendo una Papilla Base Incision (**Fig. 5**) a livello interprossimale tra 3.6 e 3.7, consentendo un'ampia visibilità del campo operatorio e agevolando le manovre di sutura successive. L'osteotomia vestibolare ha migliorato la visibilità dell'elemento, mettendo in evidenza la giunzione amelo-cementizia, dove è stata eeguita un'odontotomia a T (**Fig. 6**) che ha poi permesso, dopo la frattura con leva dritta da 3 mm, di rimuovere la corona dell'elemento 3.8. Si è proceduto quindi alla divisione radicolare (**Fig. 7**) con un inserto piezoelettrico, così da garantire linee di taglio precise e ridurre il rischio di lesioni nervose in caso di un utilizzo inavvertitamente troppo apicale. Questo ha permesso di separare e rimuovere tutte e tre le









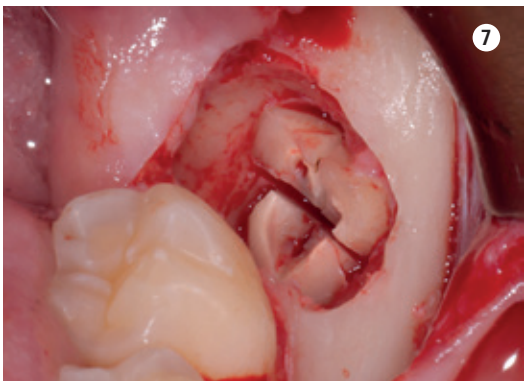
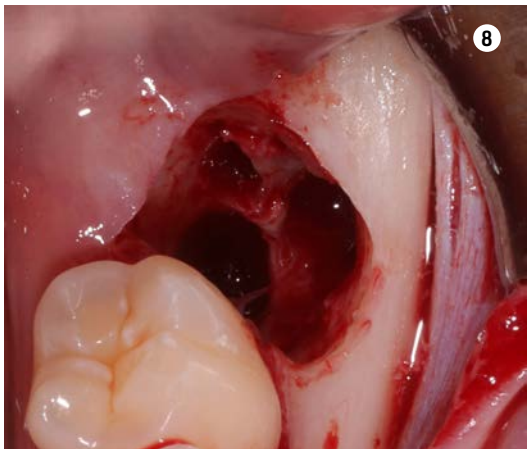
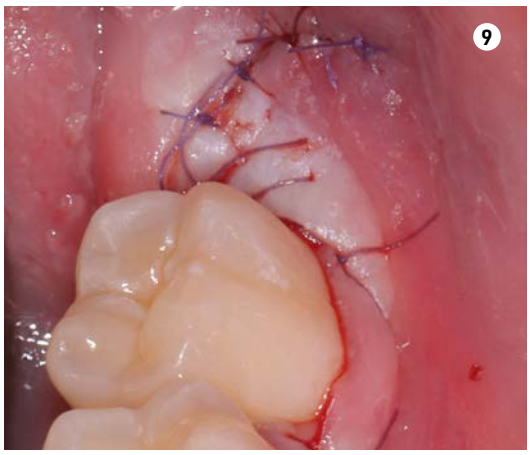


Fig. 3. Segmentazione automatica dell'elemento 3.8 con funzione di taglio rapido: perpendicolarmente all'asse lungo del dente, secondo il piano assiale, secondo il piano sagittale.
Fig. 4. Situazione clinica iniziale con sondaggio di circa 10 mm.
Fig. 5. Lembo a busta elevato.
Fig. 6. Osteotomia e odontotomia a T.
Fig. 7. Divisione radicolare con inserto piezoelettrico.

componenti radicolari (**Fig. 8**), l'intervento è stato infine completato con una sutura a punti staccati per prima intenzione (**Fig. 9**), prestando attenzione alla posizione apico-coronale del lembo: è infatti fondamentale in questa fase utilizzare specifiche suture che consentono di non coronalizzare troppo il lembo prevenendo la formazione di possibili pseudo-tasche.
Il decorso post-operatorio si è rivelato sostanzialmente privo di complicanze, caratterizzato solo da una lieve algia, prevedibile dopo una procedura di questo tipo, e dall'assenza di problematiche neurologiche. Grazie alla segmentazione automatica, è stato possibile visualizzare le strutture coinvolte nell'avulsione del terzo molare in modo più chiaro e standardizzato. Combinando questi dati con l'adeguata conoscenza delle tecniche chirurgiche, si è potuto pianificare ed eseguire l'estrazione dell'elemento 3.8 in maniera ottimale, evitando complicanze sia intra- che post-operatorie.





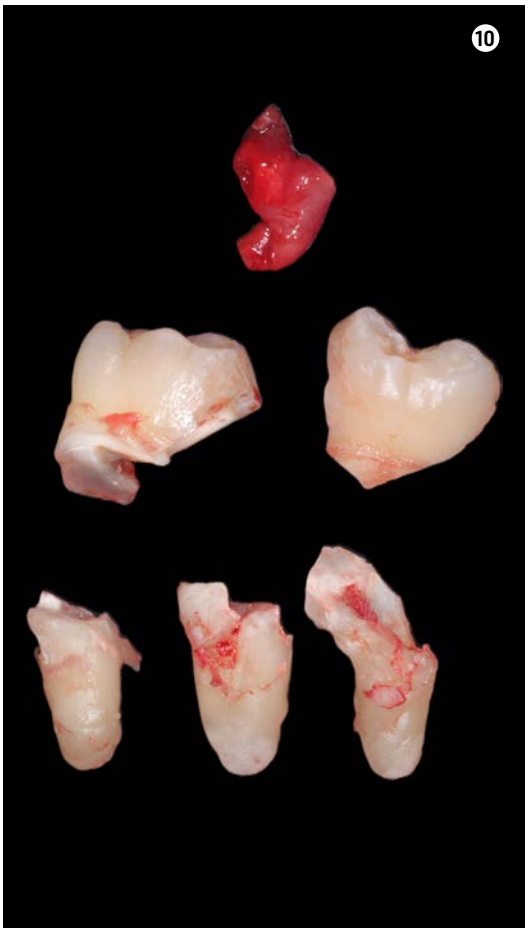
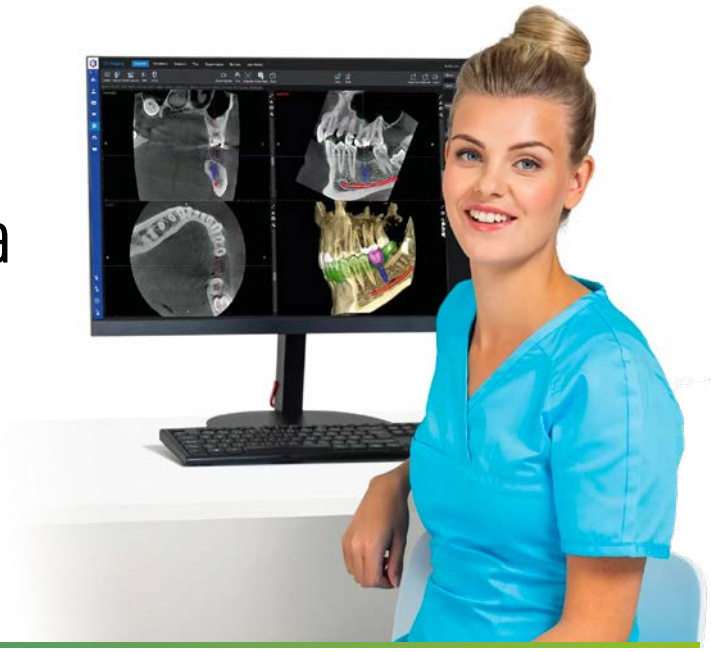


Fig. 8. Alveolo post-estrattivo.
Fig. 9. Sutura per prima intenzione.
Fig. 10. Elemento 3.8 estratto.

#ArtificialIntelligence

L'innovazione che trasforma l'odontoiatria

Planmeca Romexis®: la piattaforma software all-in-one che rivoluziona l'imaging e la gestione dello studio



L'odontoiatria moderna richiede strumenti avanzati per garantire diagnosi precise, trattamenti personalizzati e una gestione efficiente dei pazienti. Planmeca Romexis® si distingue come una piattaforma software all-in-one, progettata per soddisfare le esigenze di studi dentistici e cliniche di qualsiasi dimensione, grazie a un'integrazione completa tra imaging, CAD/CAM e gestione dei dati.

UN ECOSISTEMA DIGITALE COMPLETO E FLESSIBILE

Planmeca Romexis® è una suite software avanzata che offre una vasta gamma di strumenti intuitivi, migliorando l'efficienza del flusso di lavoro. Il software supporta sia immagini **2D** che **3D**, rendendolo ideale per diagnosi accurate e pianificazione dei trattamenti odontoiatrici.
Grazie all'**intelligenza artificiale** integrata, Romexis® ottimizza le operazioni quotidiane, facilitando la progettazione di restauri dentali e dispositivi di trattamento. Questa tecnologia non solo consente di risparmiare tempo, ma garantisce anche una maggiore precisione clinica.

ADATTO A TUTTE LE REALTÀ ODONTOIATRICHE

Dalle piccole cliniche agli ospedali odontoiatrici, Planmeca Romexis® è progettato per adattarsi a ogni contesto grazie a un database centralizzato e alla connettività in rete. L'integrazione con software di terze parti e la compatibilità con diversi formati di file (tra cui **JPEG, DICOM** e **STL**) permettono una gestione flessibile e sicura dei dati.

DESIGN INTUITIVO E SICUREZZA AVANZATA

Il software vanta un'interfaccia moderna e intuitiva, premiata con il **Golden A' Design Award**, che rende l'esperienza utente semplice e accessibile. Inoltre, la piattaforma è progettata con un sistema avanzato di **protezione dei dati**, garantendo sicurezza e aggiornamenti costanti per restare al passo con le innovazioni del settore.

UN PASSO AVANTI NELLA DIGITALIZZAZIONE ODONTOIATRICA

Planmeca Romexis® rappresenta una soluzione innovativa per la gestione completa delle immagini e dei trattamenti odontoiatrici. Con un mix di tecnologia avanzata, compatibilità e sicurezza, questo software si conferma un punto di riferimento per i professionisti che desiderano elevare la qualità della loro pratica.



SCOPRI DI PIÙ
INQUADRA IL QRCODE →

#ArtificialIntelligence

L'Intelligenza Artificiale: presente e futuro della radiologia 3D

DentalTech intervista l'Ing. Riccardo Pradella, Managing Director di Planmeca Italia



Ing. Riccardo Pradella

Managing Director di PLANMECA Italia, di formazione biomedica ha ricoperto ruoli manageriali in varie aziende internazionali note per la produzione di apparecchiature odontoiatriche, prevalentemente digitali

Francesco Mangano
Buongiorno Riccardo, e grazie per avere accettato di partecipare a questa intervista. Sei nel mondo della Digital Dentistry praticamente dall'inizio, e hai vissuto da operatore del mercato tutte le trasformazioni introdotte dalle nuove tecnologie. Quali sono a tuo parere i maggiori cambiamenti avvenuti nell'Odontoiatria italiana, a livello di flusso di lavoro, negli ultimi 4-5 anni? E quali novità dobbiamo attenderci nei prossimi mesi?

Riccardo Pradella
Negli ultimi anni abbiamo senz'altro notato un importante aumento dell'utilizzo di stampanti 3D non solo nei laboratori odontoiatrici, ma anche negli studi dentistici. Questi apparecchi in qualche modo si candidano anche a sostituire perlomeno parzialmente l'uso dei fresatori. Più recentemente stiamo assistendo all'impiego dell'Intelligenza Artificiale (AI) nell'odontoiatria digitale, principalmente per aiutarci a segmentare volumi CBCT e a supportare la nostra capacità diagnostica. La Planmeca è in primissima fila in questo ambito, forte però della sua esperienza e competenza nel mondo della radiologia e delle sue applicazioni digitali.

Francesco Mangano
Planmeca rappresenta uno dei maggiori players mondiali nel campo della Digital Dentistry, soprattutto in ambito radiologico. Recentemente, il software Romexis®, si è arricchito di un nuovo modulo per la segmentazione automatica dei files DICOM della cone beam, in grado di realizzare ricostruzioni 3D accurate anche per la stampa, gestito dall'IA. Grazie a tale modulo, è possibile sovrapporre automaticamente alle ricostruzioni 3D le scansioni intraorali. Ce ne puoi parlare?

Riccardo Pradella
Il modulo SMART della suite software Planmeca Romexis® offre la possibilità di "registrare" automaticamente nello stesso sistema di riferimento spaziale tutti gli oggetti che gestisce: volumi CBCT segmentati (mandibola, teschio, singoli elementi, ecc.), scansioni intraorali acquisite. L'AI è il principale strumento che rende possibile tutte queste nuove funzionalità.

Francesco Mangano
In quali altri campi il software Romexis® impiega l'Intelligenza Artificiale?

Riccardo Pradella
Il Romexis® utilizza l'AI anche per supportare la diagnostica basata sulle immagini 2D, endorali o panoramiche.

Francesco Mangano
Ho potuto provare con mano la qualità del sistema di Realtà Virtuale sviluppato da Planmeca. Puoi dirci esattamente in cosa consiste, e quali sono le sue applicazioni pratiche?

Riccardo Pradella
Romexis VR è uno strumento avanzato per la visualizzazione e l'analisi di dati 3D all'interno della realtà virtuale. Consente all'odontoiatra di esplorare le anatomie dentali, coinvolgere i pazienti con un'esperienza immersiva e visualizzare le pianificazioni implantari in un ambiente tridimensionale.
Supporta la visualizzazione delle CBCT con oggetti sovrapposti come scansioni intraorali e corone, offre funzionalità "mostra/nascondi" e tagli 2D per viste implanto-centriche, e permette la pianificazione implantare con le librerie integrate nella versione desktop di Romexis®.

Francesco Mangano
Quali novità dobbiamo attenderci da Planmeca in occasione della fiera IDS di Colonia?

Riccardo Pradella
Annunceremo alla stampa specialistica i dettagli dei molti prodotti che lanciamo a IDS nei prossimi giorni. In ogni caso vi anticipo che avremo novità su tutte le nostre tipologie di prodotto, nuovi radiografici, nuovi riuniti, nuovi dispositivi CAD/CAM ed importanti novità software. In particolare dovete aspettarvi forte innovazione per quanto riguarda l'intelligenza artificiale.

Grazie mille Riccardo per il tuo gentile contributo a questo Special di DentalTech. Ci vediamo a Venezia, al **Congresso della Digital Dentistry Society International, dal 16 al 18 Ottobre 2025!**

DDS Global Congress 2025

Dentistry between Artificial Intelligence, Mixed Reality and Robotics

Venezia | 16-18 Ottobre 2025



Salva la DATA!

Il più grande evento scientifico internazionale di odontoiatria digitale

I maggiori esperti della ricerca e della clinica odontoiatrica presenteranno le tecnologie digitali più innovative e la loro applicazione clinica: al centro dell'evento 2025 ci saranno l'intelligenza artificiale, la realtà mista e la robotica.

DENTAL TECH

DENTAL TECH
PAGINE DI
ODONTOIATRIA
DIGITALE 2025

Digital Dentistry Society Italia

A cura della Digital Dentistry Society Italia

IL CASO CLINICO
Riabilitazione del primo quadrante attraverso navigazione dinamica

DIGITAL@ NAVIDENT EVO
L'implantologia navigata con Navident EVO

L'INTERVISTA
La navigazione dinamica è davvero una soluzione per tutti?



Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD*

** Professore Associato, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia. Editore della Digital Dentistry Section del Journal of Dentistry (Elsevier) rivista Q1 con impact factor 4.8 e citescore 7.3. Editore del Digital Dentistry Journal (Elsevier). Socio Fondatore, Socio Attivo e Presidente (2024-2025) della Digital Dentistry Society (DDS) International. Direttore della Mangano Digital Academy (MDA), accademia che ha lo scopo di promuovere l'educazione nell'Odontoiatria Digitale. Ideatore del Corso "#ZEROMICRONS: la Precisione in Digital Dentistry". Autore di oltre 150 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus e ad elevato impact factor, con un h-index di 59 (Google Scholar) e 45 (Scopus). Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale, ed allo sviluppo ed all'applicazione di tecnologie innovative in Odontoiatria, come l'intelligenza artificiale, la realtà aumentata e la robotica.*

#DynamicNavigation

La **navigazione dinamica** per la chirurgia implantare: una realtà consolidata

Cari Amici e Colleghi,

In questo numero di DentalTech di giugno/luglio 2025 parliamo di chirurgia guidata dinamica ovvero di **#DynamicNavigation**. Lo facciamo con l'aiuto di un grande esperto, eccellente chirurgo e caro amico, che conosce a fondo ogni dettaglio della metodica: il Dr. Luca Comuzzi. La navigazione dinamica offre ormai da tempo una soluzione alternativa valida alla chirurgia guidata statica, rendendo possibile eliminare le classiche problematiche legate all'impiego delle dime chirurgiche (spazio operativo ridotto, scarsa visibilità, difficoltà di irrigazione, necessità di impiegare kits chirurgici dedicati con frese lunghe e pertanto ridotta accuratezza).
Certamente, la guidata dinamica richiede una curva di apprendimento ed una maggiore attenzione, poiché sta all'abilità del chirurgo seguire il piano prestabilito. È come quando si ha a che fare con un navigatore GPS sull'automobile: se ci dice di svoltare a destra, ovviamente è nostra responsabilità farlo, e non potremo certo lamentarci se prendiamo la strada opposta! In ogni caso, nell'attesa che metodiche come la mixed reality based dynamic navigation ottengano l'approvazione FDA/ MDR, la navigazione dinamica classica – quella nella quale il chirurgo opera guardando uno schermo 2D di computer – rimane una realtà consolidata, ed un valido ausilio per il professionista esperto in implantologia.
In questo numero, il Dr. Comuzzi ci guiderà all'interno del mondo della navigazione dinamica. Ricordo a tutti gli amici e colleghi, infine, che dal 16 al 18 Ottobre 2025 la Digital Dentistry Society (DDS), Società Scientifica che ho l'onore di servire come Presidente, organizzerà nella prestigiosa cornice del Palazzo del Cinema di Venezia il Global Congress dal titolo "*Dentistry between Artificial Intelligence, Mixed Reality, and Robotics*".
Sono attesi oltre 1000 delegati da 65 diversi paesi, e sarà presente una grande esposizione con oltre 30 Aziende. Abbiamo previsto la traduzione simultanea dall'inglese, lingua ufficiale del Congresso, all'italiano. Si tratta di un'occasione da non perdere. Le registrazioni sono aperte in early bird sul nostro sito: https://congress.digital-dentistry.org/

Non potete mancare, vi aspettiamo! Un abbraccio, a presto e godetevi l'estate!

Francesco Mangano

#DynamicNavigation



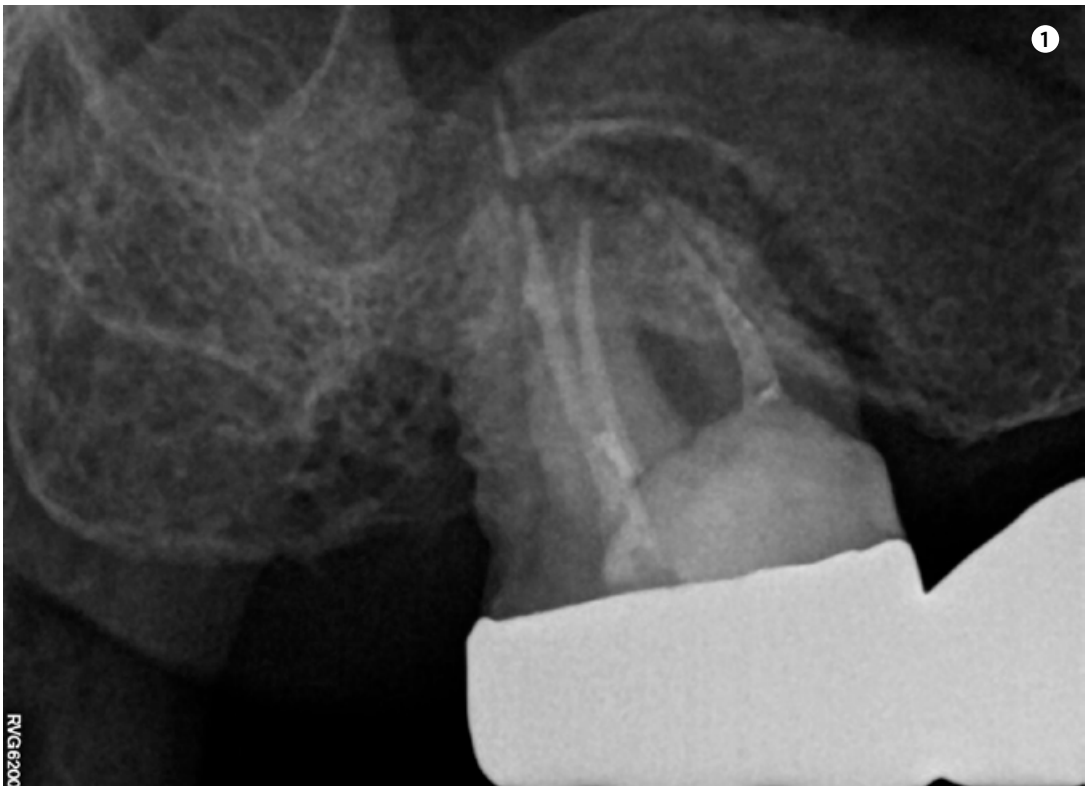
Dr. Luca Comuzzi

Laureato in Odontoiatria, MSc in Parodontologia (EFP). Già Direttore del Post-graduate a Padova (2002–2017). Relatore internazionale e ricercatore clinico. Presidente di RevCon Academy dal 2020. Sviluppa soluzioni conometriche e la tecnica CLIKSS per edentulia completa.

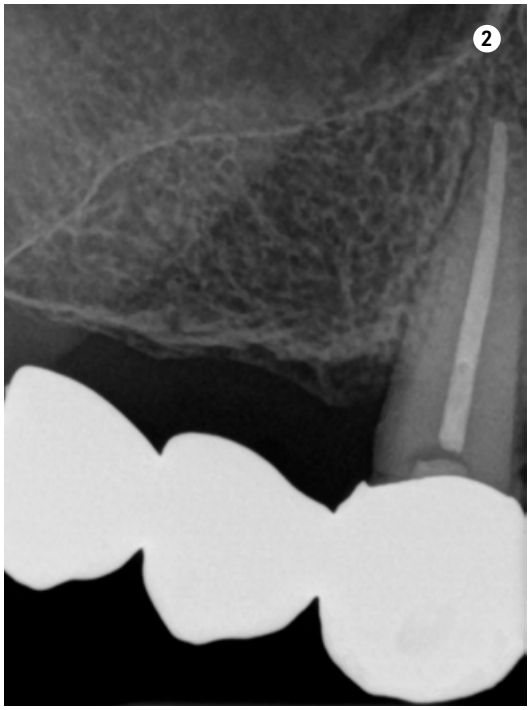
Riabilitazione del primo quadrante attraverso navigazione dinamica

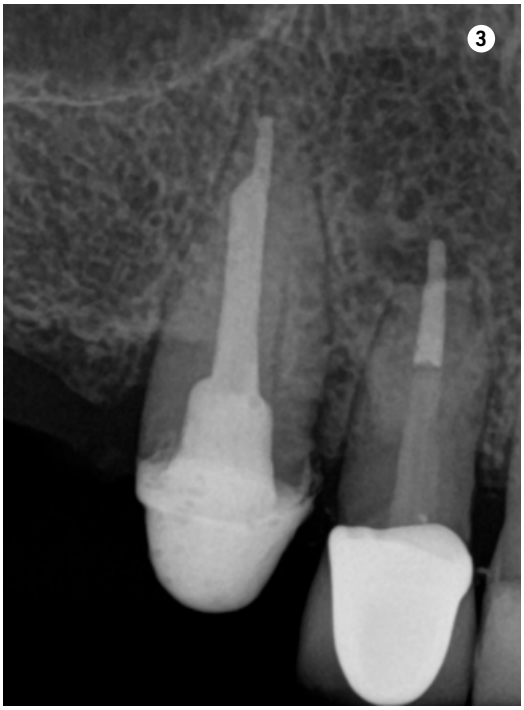
Navigazione dinamica con impianti su #17, #15, #14 e #12, con socket shield sul #12, rialzo di seno transcrestale sul #15 ed impianto pterigoideo sul #17

La paziente, di 68 anni, buona salute generale, presentava un grave problema al ponte 17-15-14 con dolore alla masticazione, mobilità e grave perdita ossea su 17 e 12 **(Figs. 1, 2, 3)**.
Si procedeva inizialmente registrando in digitale la biocopia del ponte (STL) per conservare la posizione esatta dei denti da ricostruire, rimozione del ponte e del dente 17 riapplicando il ponte come provvisorio segandolo distale al 14 ed estraendo il 17 **(Fig. 4)**. Una volta atteso 3 mesi di guarigione dei tessuti molli, si procedeva all'esecuzione della TAC mediante repere codificato secondo il protocollo "*impression registration*" e al posizionamento di una minivite Ustomed in zona 16 per aumentare la precisione del navigatore nella lunga sella edentula distale **(Figs. 5, 6, 7, 8)**. Veniva eseguita la pianificazione



del caso con l'utilizzo dell'STL della Biocopia **(Fig. 9)** e della gengiva guarita **(Fig. 10)**, e di tutti gli impianti: zona 12 con pianificazione post-estrattiva flapless con Socket Shield **(Fig. 11)**, zona 14 **(Fig. 12)**, zona 15 **(Fig. 13)** e zona pterigoidea **(Fig. 14)**. Dopo la chirurgia **(Video 1 e 2),** OPT post-operatoria e endorali venivano fatte per valutare il rialzo di seno trans-crestale **(Figs. 15, 16, 17, 18)**.







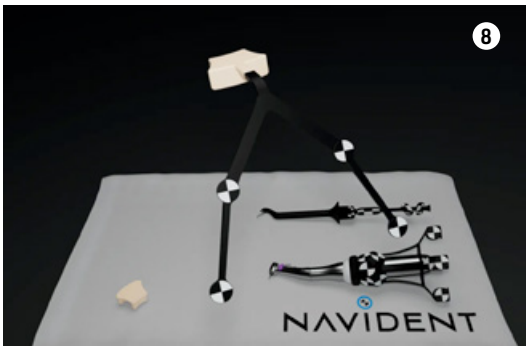
Figs. 1, 2, 3, 4
Radiografie iniziali 17, 13, 12 con estrazione del 17 e guarigione in zona Tuber dopo 3 mesi.

Figs. 5, 6, 7, 8
Guarigione dopo 3 mesi, inserimento minivite Ustomed per inserire repere ed aumentare la precisione del Navigatore in zona edentula. Esecuzione della Cone Beam con repere per il protocollo "*instant registration*".

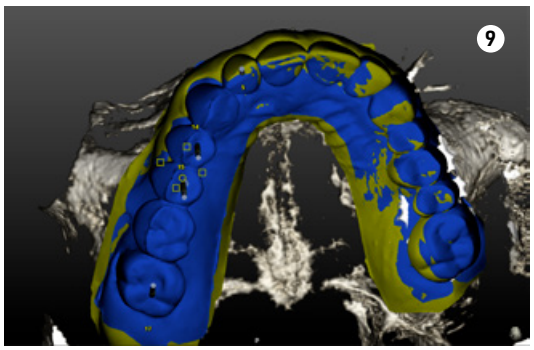


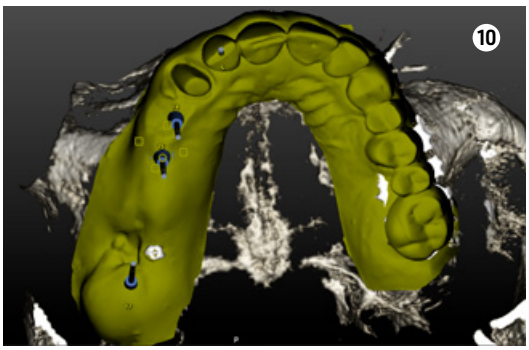


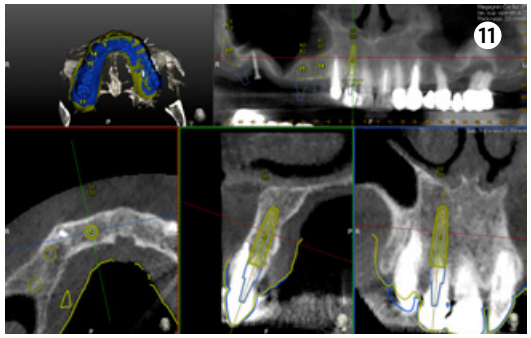


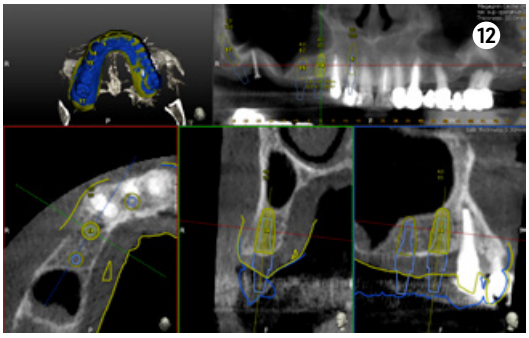


Figs. 9, 10, 11, 12, 13, 14
Pianificazione chirurgica della posizione implantare su Software Navident (Claronav) basandosi sulla posizione dei denti originali mediante sovrapposizione di impronta ottica con e senza i denti (STL). Particolare attenzione è stata posta al parallelismo degli impianti 15 e 14, al corretto posizionamento con tecnica Socket Shield su 12 e alla correzione predefinita di 30° del moncone dell'impianto pterigoideo per mantenere il parallelismo conometrico protesico.

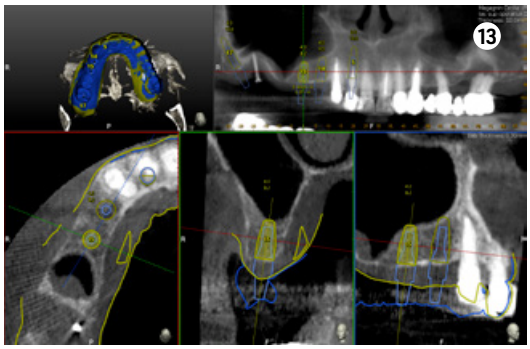


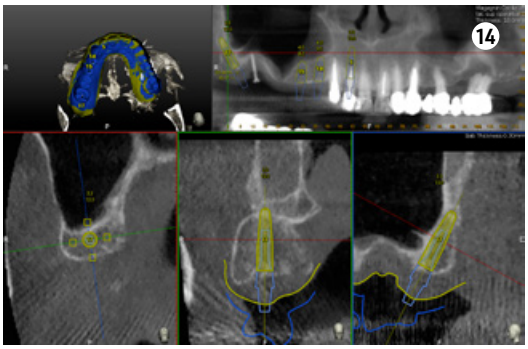




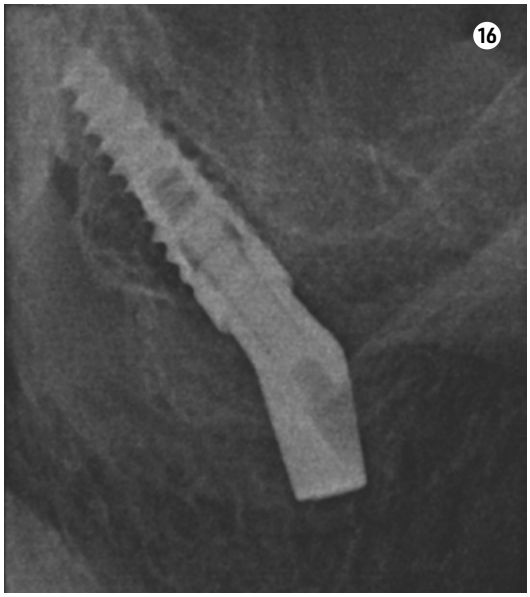


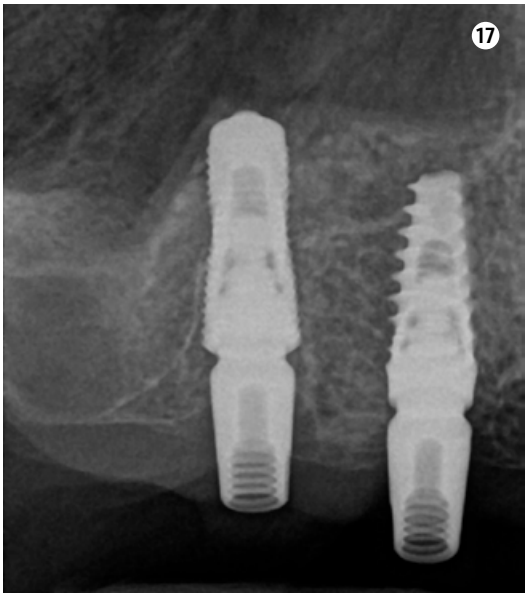
Sul 12 veniva eseguito un impianto post-estrattivo con carico immediato mediante moncone conometrico e provvisorio ricavato ribasando una cappetta provvisoria in peek e applicazione a frizione mediante conometria **(Figs. 19, 20)**.
La finalizzazione del caso avveniva con protesi in





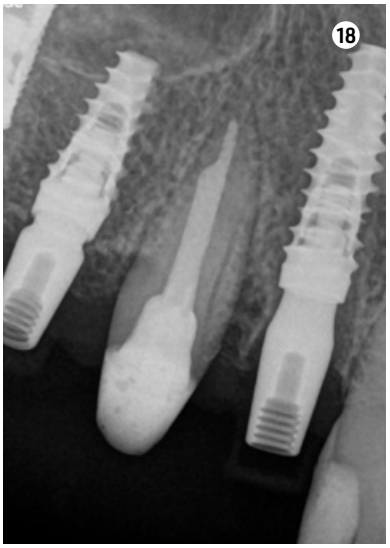






Figs. 15, 16, 17, 18
OPT con pterigoideo 17, Rialzo trans-crestale 15 e Socket Shield su 12 e applicazione monconi per le conometrie protesiche parallele.

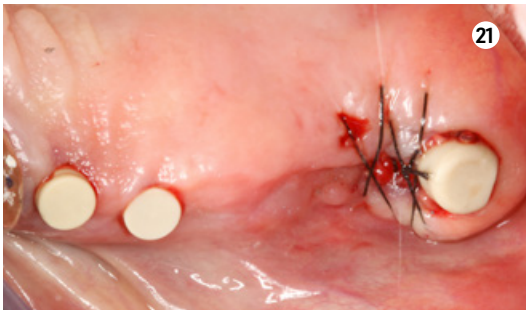
metallo-ceramica passivata su cappe conometriche in bocca **(Figs. 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32)** e radiografie finali ad 1 anno dal carico **(Figs. 33, 34)**.

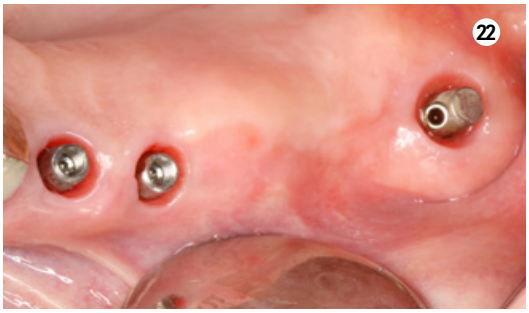


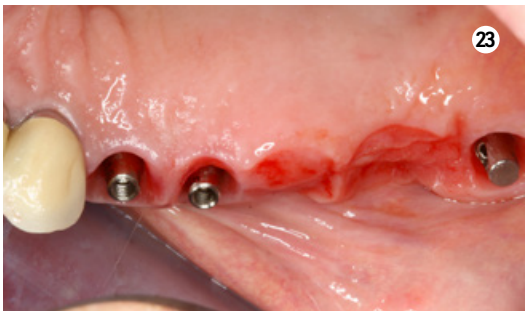




Figs. 19, 20, 21, 22, 23 Carico immediato su 12 con moncone conometrico dritto e cappetta provvisoria in peek ribasata in resina su provvisorio. Foto dopo l'intervento con esecuzione flapless e leggera plastica gengivale del Tuber applicazione di cappette di guarigione in peek. Guarigione dei tessuti dopo 3 mesi e impronta digitale definitiva per finalizzare il caso.









Figs. 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 Applicazione ponte 17-14 in metallo ceramica su cappette conometriche passivate in bocca mediante cemento Multilink Hybrid e risultato finale.







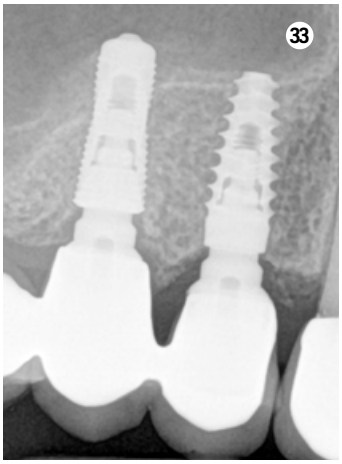


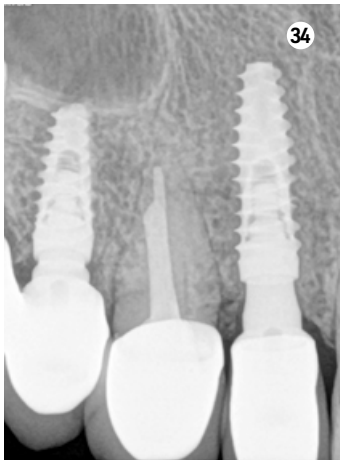












GUARDA I VIDEO ↓

Preparazione dei siti implantari in chirurgia dinamica, impianto anteriore ed impianti posteriori.

VIDEO 1

VIDEO 2

Figs. 32, 33, 34
Radiografie finali impianti 17, 15, 14 e 12 ad 1 anno dal carico con guarigione del rialzo di seno trans-crestale del 15, impianto pterigoideo 17 e socket shield 12.

#DynamicNavigation



L'implantologia navigata con Navident EVO

Nel panorama dell'odontoiatria digitale, i sistemi di navigazione dinamica stanno rivoluzionando l'implantologia e la chirurgia complessa, offrendo maggiore precisione e migliori risultati clinici. Tra le tecnologie più avanzate spicca Navident EVO di ClaroNav

PRODUTTORE	MODELLO
CLARONAV Inc. Toronto, Canada	**NAVIDENT EVO** con due nuove telecamere MicronTracker™IV più performanti e robotizzate.

CARATTERISTICHE SOFTWARE
NAVIDENT EVO è una suite software che permette sia la diagnosi / progettazione del caso, sia l'atto chirurgico in modalità dinamica, cioè vedendo in tempo reale l'impatto sull'anatomia del paziente.
È come una scatola nera degli aerei. Infatti, permette di registrare sia audio che video dell'intervento.
Permette l'importazione di progettazioni da software di terze parti.
È compatibile con tutti i tipi di impianti e di CBCT.
Permette la navigazione utilizzando più strumenti di lavoro: contrangoli, manipoli diritti, sonici ed ultrasonici, turbine.

CARATTERISTICHE HARDWARE
Due soluzioni: una su ruote ed una fissa su riunito o soffitto.
Utilizza target ottici specifici per specifiche condizioni anatomiche del paziente.
I target ottici sono tutti autoclavabili e di ridotte dimensioni
Non esiste un manipolo dedicato NAVIDENT EVO, ma un adattatore universale che si adatta a tutti gli strumenti di lavoro di proprietà del clinico.

Protocollo di lavoro



PAZIENTE PARZIALMENTE EDENTULO

Protocollo "Impression Registration™"

Durante la CBCT, si inserisce in bocca al paziente un dispositivo radiopaco (Navitray™), fissato su un termoplastico ammorbidito (Naviplast™) che viene modellato su tre denti per creare una chiave occlusale. Una volta indurito, il Naviplast™ viene rimosso e conservato per la chirurgia. Il giorno dell'intervento, viene riposizionato sugli stessi denti e sostituito il radiopaco con un target ottico (Jaw Tracker T™) per tracciare i movimenti del paziente.

VANTAGGI
La fase di registrazione dell'anatomia del paziente sui dati della CBCT viene gestita automaticamente dal software.

PAZIENTE TOTALMENTE EDENTULO

Protocollo "Trace & Place™"

Si inseriscono almeno quattro mini-viti in titanio (preferibilmente Ustomed™) sul mascellare edentulo prima della CBCT, posizionabili occlusalmente o vestibolarmente. Il giorno della chirurgia, l'anatomia del paziente viene registrata direttamente sulle mini-viti tramite un tastatore (Tracer).

VANTAGGI
La fase di registrazione è molto veloce permettendo al clinico di concentrarsi sull'atto chirurgico.

#DynamicNavigation

La navigazione dinamica **è davvero una soluzione per tutti?**



Il Dr. Francesco Mangano intervista il **Dr. Luca Comuzzi**, esperto di navigazione dinamica con il sistema Navident

Francesco Mangano
Ciao Luca, è un piacere poterti intervistare per la nostra rubrica DentalTech. Quando hai iniziato ad utilizzare il sistema Navident?
E quali sono state le motivazioni che ti hanno spinto a farlo?

Luca Comuzzi
Ho iniziato ad utilizzare il sistema Navident agli inizi del 2019 prima per casi più semplici e poi per casi più complessi di edentulie parziali e totali che oggi svolgo con un protocollo preciso e ripetibile secondo concetti di conometria implantare e protesica.

Francesco Mangano
Ad oggi, quanti impianti hai inserito con il sistema Navident?

Luca Comuzzi
Ad oggi ho inserito circa 800 impianti con questo sistema.

Francesco Mangano
Prima di usare la chirurgia dinamica, hai provato ad impiegare le guide statiche? Quali, secondo te, le principali differenze tra i sistemi, ed i vantaggi della navigazione dinamica?

Luca Comuzzi
Ho cominciato con il sistema di guida statico con dime della Materialise agli inizi nell'anno 2005 accorgendomi subito dei problemi difficili da risolvere come la stabilità della dima in condizioni edentule quando mancavano riferimenti, l'utilizzo sistematico in casi di grave atrofia, la necessità di utilizzare frese molto lunghe con impossibilità di raggiungere zone distali per inserire impianti tiltati e soprattutto il fatto di non poter modificare il mio progetto una volta prodotta la dima. Non ultimo problema è stato la scarsa percezione della qualità ossea attraverso le boccole e non essere libero di attuare il giusto protocollo di sotto-preparazione e di raffreddamento delle frese.
I vantaggi principali della navigazione sono il fatto di operare in qualunque grado di atrofia senza ingombro della dima, la libertà di utilizzare lo strumento ritenuto da me più efficace per avere una buona stabilità primaria di un impianto lungo-corto, poter modificare il progetto anche all'ultimo momento e il raffreddamento efficace delle frese più consone al caso perché diretto sul sito senza interferenze. Il paziente inoltre non sempre gradisce gli ingombri di dime chirurgiche molto estese, magari scomponibili che comunque possono avere anche problemi di imprecisioni di manifattura.

Francesco Mangano
Perché hai scelto il sistema Navident, tra i tanti disponibili nel mercato?

Luca Comuzzi
Perché come tutte le ricerche quando si deve affrontare una nuova metodica, si esaminano in modo dettagliato il momento di inserimento sul mercato, la diffusione e i protocolli già disponibili per le mie esigenze, le soluzioni che offre, il servizio di assistenza che viene fornito, nonché il corso di abilitazione preventivo che è necessario fare ancora prima dell'acquisto, proprio per vedere le proprie capacità attitudinali con le nuove tecnologie. Tutti requisiti perfettamente soddisfatti.

Francesco Mangano
Cosa ti aspetti dal futuro della navigazione dinamica?

Luca Comuzzi
Mi aspetto in futuro che i prezzi possano essere abbassati per una diffusione più orizzontale, che l'hardware si possa miniaturizzare e trasportare con più facilità, che si possano utilizzare dei sistemi di mixed reality con segmentazione delle varie strutture anatomiche coinvolte e del progetto protesico, mantenedo sempre la libertà di operare secondo scienza e coscienza, nel rispetto dei nostri principi deontologici.

Ti ringraziamo per essere stato con noi e speriamo di poterti ospitare ancora nella nostra rubrica.

Dr. Luca Comuzzi

Odontoiatria, MSc in Parodontologia (EFP).

DDS Global Congress 2025

Dentistry between Artificial Intelligence, Mixed Reality and Robotics

Venezia | 16-18 Ottobre 2025



Salva la DATA!

Il più grande evento scientifico internazionale di odontoiatria digitale

I maggiori esperti della ricerca e della clinica odontoiatrica presenteranno le tecnologie digitali più innovative e la loro applicazione clinica: al centro dell'evento 2025 ci saranno l'intelligenza artificiale, la realtà mista e la robotica.



Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD*

** Professore Associato, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia. Editore della Digital Dentistry Section del Journal of Dentistry (Elsevier) rivista Q1 con impact factor 5.5 e citescore 7.5. Editore del Digital Dentistry Journal (Elsevier). Socio Fondatore, Socio Attivo e Presidente (2024-2025) della Digital Dentistry Society (DDS) International. Direttore della Mangano Digital Academy (MDA), accademia che ha lo scopo di promuovere l'educazione nell'Odontoiatria Digitale. Ideatore del Corso "#ZEROMICRONS: la Precisione in Digital Dentistry". Autore di oltre 160 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus e ad elevato impact factor, con un h-index di 60 (Google Scholar) e 46 (Scopus). Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale, ed allo sviluppo ed all'applicazione di tecnologie innovative in Odontoiatria, come l'intelligenza artificiale, la realtà aumentata e la robotica.*

#DigitalProsthodontics

PROTESI DIGITALE:
la consapevolezza dei problemi come chiave per poter operare scelte informate

Cari Amici e Colleghi,

In questo numero di DentalTech di ottobre 2025 torniamo a parlare di protesi digitale (**#DigitalProsthodontics**), e lo facciamo con l'amico Francesco Biaggini, che ci aiuta ad addentrarci nella materia con una interessante monografia sugli effetti biomeccanici dello smontaggio periodico delle protesi sulle connessioni implantari. Francesco è un profondo conoscitore ed appassionato della materia, ed a lui devo tanto: mi ha aiutato a capire davvero il mondo del digitale, ed è per me un vero maestro. Segue una intervista con lui, sempre su queste tematiche.
Vi rinnovo l'invito al prossimo Global Congress della Digital Dentistry Society (DDS), che si terrà a Venezia, nella bellissima sede del Palazzo del Cinema, dal 16 al 18 ottobre 2025. Una straordinaria occasione per imparare dai migliori del mondo, in un evento ricco di contenuti e di innovazioni, dal titolo "*Dentistry between Artificial Intelligence, Mixed Reality, and Robotics*". Vi aspetto, non mancate!

Francesco Mangano

#DigitalProsthodontics



Il respiro meccanico delle connessioni implantari

Francesco Biaggini

Amministratore Delegato di IPD AbutmentCompatibili.com

Il Misfit multidimensionale

Se c'è un'abitudine che ci ha tradito tutti, è pensare al "fit" come a un sì/no: o combacia, o non combacia. In realtà il misfit non è un difetto singolo, ma un errore che nasce a piccole dosi in ogni fase del workflow e si presenta in clinica come tensione residua, precarichi che evaporano prima del tempo, comportamenti meccanici imprevedibili. E le volte in cui "a banco" tutto sembra accettabile, è proprio lì che vale la pena essere più esigenti: perché il sistema tollera per un po', ma la somma dei millimetri... è fatta di micron. Dalla letteratura emerge una mappa di range: impronta 20–50 µm, STL 30–70 µm, fresatura sottrattiva 25–60 µm (additiva 50–90 µm), cementazione 15–40 µm; il cumulato nei ponti multi-impianto oscilla tra ~90 e 220 µm. Sono numeri che non vogliono spaventare: servono a mettere in fila dove controllare e quanto possiamo realisticamente aspettarci da ciascuna fase.

FASE DEL WORKFLOW	FONTE DI ERRORE	IMPATTO DIMENSION.
Acquisizione impronta	Movimento paziente, saliva	± 20-50 µm (6,7,8)
Elaborazione STL	Algoritmi smoothing/decimazione	± 30-70 µm (9,10)
Fresatura CAD-CAM	Tolleranze meccaniche	± 25-60 µm (11,14)
Cementazione	Spessore cemento, pressione	± 15-40 µm (15,16)
Errore cumulativo	Somma non lineare degli errori	± 90-220 µm (1,3)

Questi micron non sono solo un esercizio di metrologia: spostano la biomeccanica. Un misfit ≤ 50 µm è l'obiettivo ideale; oltre 100 µm la probabilità di svitamento viti e riassorbimento osseo marginale cresce in modo significativo. Qui la geometria della connessione conta tantissimo. Le planari sono relativamente "permissive": tollerano micro gap laterali (circa 50–80 µm) quando gli impianti sono paralleli, ma pagano il prezzo di un possibile basculamento con carichi inclinati. Le coniche/conometriche, al contrario, performano al massimo solo con tolleranze strette (idealmente < 40 µm, accettabile 40–90 µm): oltre, concentrano gli stress sul colletto e diventano biomeccanicamente "punitive". Il riassunto pratico è chiaro: stessa discrepanza, esiti diversi a seconda dell'interfaccia.
All'origine del misfit c'è una catena di tolleranze, non un singolo colpevole: acquisizione, elaborazione, produzione, cementazione. A ogni passaggio possiamo intervenire: migliorare il protocollo d'impronta e l'uso degli scanbody (CSS-Strategy con ScanTransfer o librerie incrementali come IPD ProCam), controllare gli algoritmi che "alleggeriscono" la mesh STL (smoothing/decimazione), scegliere strategie CAM e materiali che minimizzino l'errore di lavorazione, gestire spessori di cemento coerenti con lo standard, quindi librerie dedicate ai differenti materiali.
A scala di sistema, la stereofotogrammetria (fotogrammetria con telecamere calibrate e triangolazione diretta) e gli algoritmi ICP point to plane si sono dimostrati strumenti capaci di ridurre l'errore cumulativo a livelli che cambiano la predicibilità del risultato finale.

Dal banco alla bocca, però, il misfit non vive da solo: interagisce con il serraggio e lo modula. In una connessione planare, dove l'appoggio è piatto e la stabilità dipende dalla perfetta parallelità delle superfici, anche una piccola incongruenza introduce micro-basculamenti che concentrano le tensioni su testa-vite, prime filettature e spalla implantare. In una conometrica, al contrario, l'accoppiamento a cono trasforma l'errore in una diversa distribuzione dei contatti: se il cono chiude in modo non ortogonale, il sistema si deforma al serraggio, accumula stress residui e l'attrito conico "maschera" provvisoriamente l'instabilità, salvo restituire il conto quando l'assestamento elastico rimette tutto in equilibrio **Fig.1**.
È qui che la "molla invisibile", il rilassamento elastico del pacchetto vite–abutment–impianto e il settling

delle microscopiche asperità, entra in gioco. Due casi apparentemente identici, stesso impianto e stesso torque "da catalogo", possono divergere a 6–12 mesi: dove il fit traduce bene il torque in precarico utile, la connessione rimane stabile; dove il misfit costringe il sistema a deformazioni parassite o a contatti parziali, parte del torque viene "assorbito" dalla geometria e l'ancoraggio reale cala prima del tempo. Per questo non è solo questione di quanto stringiamo, ma di come il sistema "accoglie" quel serraggio. Passare dalle impressioni ai riferimenti è la chiave operativa. "Mi sembra buono" non basta più quando l'errore clinico nasce da micron sommati. Lavoriamo quindi con soglie dichiarate come range operativi, non linee guida: su conometriche ha senso puntare a 30–50 µm perché la geometria a cono amplifica gli effetti dell'incongruenza; su planari sufficientemente parallele possiamo considerare ~100 µm il limite estremo, consapevoli che oltre ~90–100 µm, con carichi eccentrici o arcate estese, il rischio diventa critico a prescindere dalla forma. Non è formalismo: è decidere dove fermarsi prima che l'errore diventi meccanica patologica. Gli strumenti seguono questa logica. Negli archi completi la fotogrammetria riduce la propagazione dell'errore e offre riferimenti stabili; negli allineamenti usiamo ICP point-to-plane per evitare inseguimenti locali che nascondono distorsioni globali; sugli STL controlliamo risoluzione, eventuale remeshing e qualità dei futuri bordi/piani di chiusura, perché una mesh povera di informazione non può guidare un fit accurato. Dopo la cementazione, verifichiamo lo spessore del film di cemento e l'omogeneità del contatto: pochi micron fuori controllo qui diventano Newton persi là. Se le verifiche non tornano, il momento per riscansionare, ristampare, rifresare o una qualsiasi correzione è adesso, non dopo il primo richiamo. Questo rigore sul misfit è la premessa del capitolo successivo. Anche con un fit eccellente, smontare e rimontare non è mai neutro: nei primi minuti e nelle prime 24 ore una quota del precarico si perde per assestamento, l'attrito cresce con l'usura delle superfici e la micro-mobilità porta con sé rischio di fretting. Se il fit è impreciso, questi fenomeni accelerano; se il fit è sotto controllo, li possiamo governare con protocolli consapevoli.

Nel capitolo 2 entreremo dentro la vite: quanta parte del torque diventa davvero precarico utile, quanta se ne va subito, che cosa accade alla filettatura ad ogni ciclo di manutenzione e quando ha senso parlare di ritorque, di viti a basso attrito e di MUA intesi come "fusibili meccanici" che proteggono la connessione. L'obiettivo è trasformare la manutenzione da gesto ripetuto a metodo misurabile che difende la connessione e allunga la vita della riabilitazione. Nella pratica quotidiana, questo significa considerare il mantenimento del precarico, il deterioramento progressivo delle superfici e le conseguenze degli interventi ripetuti non come incidenti di percorso, ma come variabili da anticipare e gestire con scelte tecniche e tempi corretti, a beneficio della stabilità a lungo termine e della salute peri-implantare.

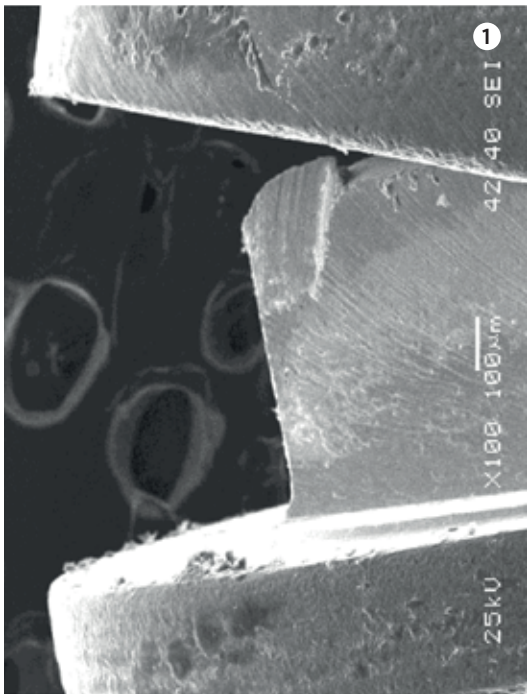


Fig. 1
Immagine inerente lo studio "*Implant – Abutment Misfit after Cyclic Loading: An In Vitro Experimental Study*"

SOGLIE OPERATIVE PER TIPO DI CONNESSIONE

TIPO DI CONNESSIONE	LIVELLO DISCREPANZA	IMPATTO CLINICO TIPICO	NOTE OPERATIVE
PIATTA / PLANARE	50–70 (ideale) • 70–100 (accettabile limite)	Distribuzione carichi più "permissiva"; rischio basculamento se non parallela	Tollerano micro gap laterali ~50–80 µm con impianti paralleli; attenzione a parallelismo e linee d'inserzione. Misfit-multidimensionale
CONICA / CONOMETRICA	<40 (ottimale) • 40–90 (accettabile) • >90 (critico)	Stress concentrati su colletto; rischio svitamento/frattura e riassorbimento	Performance massima solo con tolleranze strette; workflow clinico tecnico rigoroso. Misfit-multidimensionale

Messaggio chiave: stessa discrepanza → esiti diversi a seconda della geometria.
Puntare a ≤30–50 µm quando l'interfaccia lo richiede (conometrica); >100 µm aumenta il rischio di svitamento e riassorbimento osseo.

Consapevolezza degli effetti biomeccanici dello smontaggio periodico sulle connessioni implantari

La fisica del precarico e la biomeccanica della vite implantare

In implantologia, la gestione del precarico di una vite protesica non rappresenta semplicemente una scelta clinica, ma un vero e proprio punto chiave nella progettazione biomeccanica di un sistema implanto-protesico efficace e duraturo. Ogni vite implantare, infatti, può essere immaginata come una molla precaricata, sottoposta a tensioni elastiche indotte dal torque applicato durante il serraggio. Questo precarico elastico è il risultato della forza che il clinico applica mediante la chiave dinamometrica, e la sua distribuzione interna determina l'integrità e la durata della connessione protesica stessa. Tuttavia, è fondamentale comprendere che solo una minima percentuale del torque applicato si trasforma direttamente in precarico effettivo. Studi biomeccanici indicano chiaramente che solo l'8-15% del torque applicato al momento del serraggio viene effettivamente convertito in forza utile al precarico, mentre la parte restante si disperde principalmente a causa di attriti distribuiti tra la testa della vite, la superficie della flangia, e i filetti. Questi attriti sono dovuti principalmente alla rugosità microscopica delle superfici e alla presenza di impurità o residui durante il montaggio **Fig. 2**.

La conseguenza immediata di questo fenomeno è una variabilità notevole nella forza di precarico che effettivamente viene raggiunta dopo il serraggio iniziale. Per esempio, in condizioni cliniche comuni, applicando un torque raccomandato di 30 N·cm, si ottiene una forza di serraggio iniziale di circa 3 kN, valore teorico ottimale per assicurare una stabilità meccanica iniziale adeguata. Tuttavia, questa stabilità non si mantiene stabile nel tempo: già entro i primi dieci minuti si verifica un fenomeno denominato "settling", ovvero uno schiacciamento microscopico delle asperità superficiali delle superfici a contatto, che comporta un'ulteriore perdita di precarico compresa tra il 5% e il 10%.
Tale fenomeno, inevitabile in qualsiasi accoppiamento meccanico metallico, è spesso trascurato nelle valutazioni cliniche, ma ha un impatto cruciale sulla stabilità iniziale della connessione e sulla sua capacità di mantenere il precarico nel lungo termine.
Da un punto di vista tribologico, il settling non rappresenta semplicemente una riduzione numerica della forza di precarico, ma indica l'inizio di una progressiva perdita della capacità elastica del sistema vite-abutment.
Questi primi minuti sono critici perché definiscono il punto di partenza della stabilità protesica.
Il clinico, infatti, può percepire erroneamente che la connessione sia perfettamente stabile, ignorando l'instabilità nascosta e la perdita precoce del precarico che già si è verificata. A questo fenomeno iniziale di perdita di precarico si aggiunge un altro fattore critico legato alle successive fasi di manutenzione periodica. Ogni volta che si procede allo svitamento e al successivo riavvitamento della vite protesica, il sistema subisce una perdita cumulativa di precarico, a causa dell'ulteriore schiacciamento microscopico dei filetti che si aggiunge ad un incremento dell'attrito superficiale. Questa ulteriore alterazione tribologica, quantificabile tra 5 e 15 µm per ogni ciclo di manutenzione, aggrava ulteriormente la capacità della vite di mantenere il precarico iniziale, predisponendo il sistema a una progressiva riduzione della sua stabilità biomeccanica. Inoltre, ogni successivo carico funzionale, cioè ogni ciclo di masticazione che segue lo smontaggio e il rimontaggio della protesi, può provocare un ulteriore fenomeno di settling accelerato, proprio perché i filetti sono già parzialmente compromessi e usurati. La perdita del precarico può essere quantificata tra il 3% e il 5% nelle prime 24 ore dopo il rimontaggio,

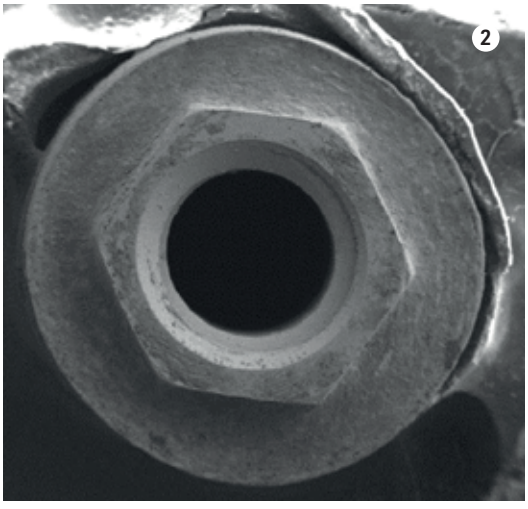


Fig. 2
Immagine relativa allo studio *"Abutment Misfit after Cyclic Loading: An In Vitro Experimental Study"*

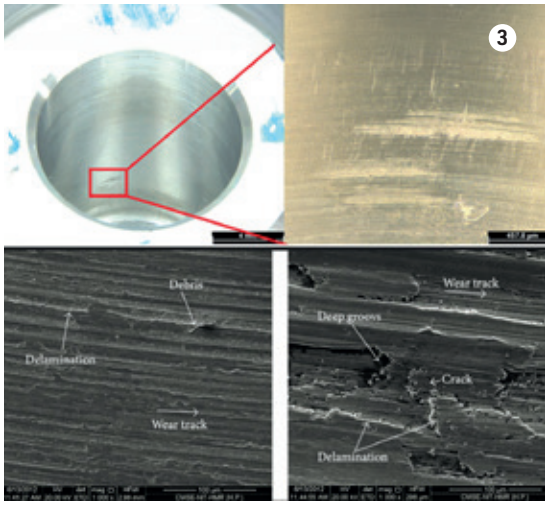


Fig. 3
Immagine proveniente da studio "*Effect of head size and rotation on taper*"

riducendo ulteriormente il precarico residuo che si era già compromesso nelle fasi precedenti.

Ma non è solo l'usura meccanica diretta a influire sulla stabilità biomeccanica della connessione implantare. C'è un ulteriore fenomeno tribologico di estrema rilevanza noto come "fretting", ovvero un'usura localizzata che si verifica tra superfici metalliche a stretto contatto sotto carico, sottoposte a piccoli movimenti oscillatori relativi (micromovimenti). Questo fenomeno di fretting, particolarmente accentuato nelle connessioni coniche e conometriche, provoca microabrasioni e usura adesiva delle superfici coinvolte, compromettendo progressivamente la precisione dell'accoppiamento. Il fretting, inoltre, comporta una perdita significativa di materiale metallico superficiale e incrementa il coefficiente di attrito, riducendo ulteriormente la capacità della connessione di mantenere il precarico nel tempo e aumentando il rischio di complicanze severe come fratture di vite o abutment, svitamento e instabilità biomeccanica del sistema **Fig. 3**.
In definitiva, la biomeccanica della vite implantare e la fisica del precarico sono elementi fondamentali che il clinico deve conoscere approfonditamente. Non si tratta soltanto di aspetti teorici o numerici, ma di veri e propri fattori critici che influenzano direttamente la stabilità e la durata del sistema implanto-protesico nel tempo.
Una conoscenza approfondita di questi fenomeni biomeccanici permette di adottare strategie cliniche preventive, come il retorque mirato, l'impiego di superfici trattate specificamente per ridurre l'attrito (come il rivestimento in nitruro di titanio), e la scelta consapevole della tipologia di connessione più adatta al caso clinico specifico. In questo modo, si preserva la stabilità della connessione implantare, riducendo significativamente il rischio di complicanze biomeccaniche e cliniche nel lungo termine e migliorando la qualità e la durata complessiva delle riabilitazioni implantari **Fig. 4**.

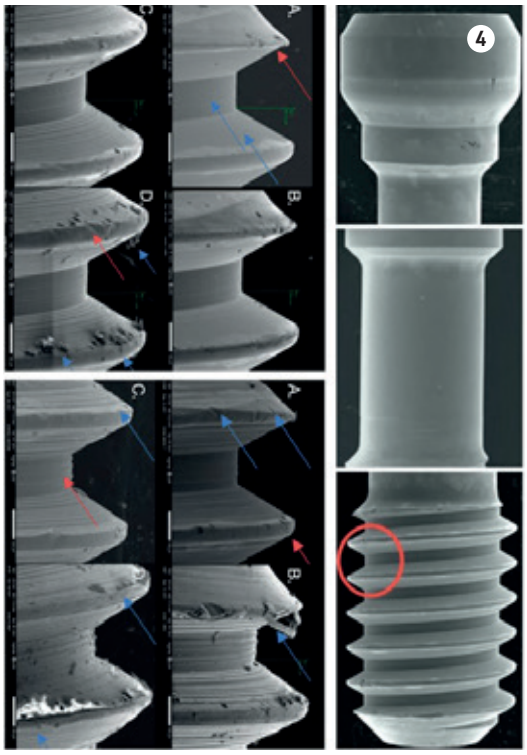


Fig. 4
Immagine proveniente da studio "*Engaging vs. Non-Engaging Abutments: An In Vitro Study*"

Effetti clinici cumulativi delle manutenzioni periodiche

Quanto descritto nella sezione precedente riguardo alla fisica del precarico e alla biomeccanica della vite implantare assume un significato ancora più rilevante quando si considerano gli effetti clinici cumulativi derivanti dalle manutenzioni periodiche. La decisione clinica di procedere con interventi periodici di manutenzione protesica tramite lo svitamento e il rimontaggio della protesi non è semplicemente un gesto tecnico ripetitivo, bensì un intervento che produce conseguenze tribologiche e biomeccaniche cumulative che devono essere gestite con estrema attenzione.

Nel valutare gli effetti cumulativi di ciascun ciclo di manutenzione, è cruciale considerare la diversa capacità di rigenerazione meccanica dei componenti coinvolti. Da una parte, l'impianto rappresenta una componente fissa e non sostituibile, destinata a mantenere la propria integrità strutturale per l'intera durata della riabilitazione implantare. Dall'altra, l'abutment e la relativa vite protesica sono elementi più facilmente rigenerabili, che possono essere sostituiti durante ogni manutenzione: la vite, e periodicamente durante la vita utile del dispositivo impiantato: l'abutment. Questa differenziazione ha implicazioni pratiche significative: mentre l'impianto va preservato con estrema cura perché non rigenerabile, la vite dell'abutment o l'abutment stesso, rappresentano componenti sacrificabili e rigenerabili, la cui sostituzione regolare o programmata negli anni permette di limitare i danni accumulati dovuti ai ripetuti cicli di manutenzione.

Ogni ciclo completo di manutenzione periodica comprende diverse fasi: svitamento, pulizia e sterilizzazione, riavvitamento e infine applicazione di un nuovo carico funzionale masticatorio. Ognuna di queste fasi contribuisce con alterazioni specifiche e cumulative alla stabilità biomeccanica dell'intero sistema implantare. Nello svitamento, ad esempio, la connessione implantare subisce una perdita immediata di capacità di generare precarico quantificabile tra il 5% e il 10%, causata principalmente dal rilassamento elastico del sistema vite-abutment. Questo rilassamento richiederebbe inevitabilmente la riapplicazione integrale del torque raccomandato, con l'aggiunta della perdita di capacità generativa, al momento del riavvitamento, oppure la sostituzione della vite stessa ad ogni ciclo di svitamento.

Durante la fase di pulizia e sterilizzazione, spesso si adottano trattamenti ad ultrasuoni, spazzolamenti e sterilizzazioni a vapore che provocano alterazioni della superficie metallica. Questi trattamenti possono determinare un incremento del coefficiente di attrito superficiale fino al 20%, specialmente sui componenti in titanio non rivestito, limitando ulteriormente la capacità della vite di mantenere il precarico originale. La presenza di asperità alterate e rugosità microscopiche modificate agisce infatti come un elemento destabilizzante, riducendo significativamente la stabilità meccanica della connessione a lungo termine **Fig. 5**.
La fase successiva del riavvitamento introduce ulteriori criticità tribologiche.
Durante ogni ciclo di serraggio, infatti, i filetti della vite implantare e dell'abutment vengono sottoposti ad uno schiacciamento aggiuntivo quantificabile tra 5 e 15 µm. Tale schiacciamento progressivo compromette la capacità della vite di mantenere il precarico originale, aumentando contemporaneamente il coefficiente di attrito interno della connessione. Ciò incrementa notevolmente il rischio di allentamento progressivo della vite protesica e può indurre micro-instabilità che, nel tempo, compromettono anche l'impianto stesso, elemento non rigenerabile per eccellenza.

Fretting-corrosione nelle connessioni coniche implantari: cosa conta davvero

Nelle connessioni coniche implantari, il danneggiamento nasce dall'interazione tra **fretting** (micromovimenti che rimuovono il film ossido protettivo) e **corrosione di fessura** all'interno dell'interfaccia: è il quadro noto come **MACC** (*mechanically assisted crevice corrosion*).
Quando il film ossido viene interrotto e l'ambiente di fessura non consente una rapida ripassivazione, il metallo resta esposto e la corrosione si autoalimenta.
Nei giunti conici omologhi, i reperti di retrieval mostrano che il lato femmina dell'interfaccia tende a perdere più materiale del lato maschio: è un indizio importante per capire dove si concentra il danno quando l'accoppiamento non è stabile.
Questi meccanismi, descritti in modo esteso in ambito protesico, sono trasferibili per principio a qualsiasi giunto conico di precisione in implantologia. Il design del cono e la coerenza geometrica fra i due componenti pesano quanto il torque: angolo, lunghezza utile, micro-rigature e finitura determinano come si distribuiscono i contatti.
Anche con denominazioni "uguali", coni di produzioni diverse possono differire per quote e finiture: il risultato clinico è un contatto periferico, micromovimenti e innesco del circuito fretting-corrosione. In pratica: valuta se fresare o usare sistemi torniti industriali per sistemi conici e conometrici; trattamenti protettivi come il TiN Coating e non trattamenti estetici come l'anodizzazione; montaggio pulito e asciutto (niente fluidi o detriti intrappolati all'interfaccia), perché la presenza di contaminanti riduce l'interferenza reale e favorisce il danneggiamento nel tempo.
La coppia di materiali al contatto conico influenza il rischio: accoppiamenti dissimili (Ti Vs CoCr) possono aggiungere componenti galvaniche e, soprattutto, generare differenze di rigidezza che amplificano i micromovimenti elastici sotto carico; accoppiamenti omogenei tendono a essere più stabili a parità di geometria. In ambito protesico, l'uso di sleeve/inserti in titanio è stato proposto proprio per cambiare la coppia di materiali al giunto e mitigare reazioni avverse: per analogia meccanica, in implantologia la scelta di interfacce sacrificiali/sostituibili come Ti base e MUA ha senso quando serve isolare l'impianto e mantenere Ti/Ti sul contatto critico del cono **Fig. 6**.
Non è solo una questione di "forza" applicata: prove in simulatore mostrano che le differenze di rigidezza flessionale fra la parte femmina e la parte maschio del cono sono un driver meccanico dei micromovimenti e della progressione del danno, più del solo torque frizionale dell'articolazione.
Gli stessi test riproducono modalità di danno osservate sui retrieval e confermano che il lato femmina si danneggia di più quando l'interfaccia non lavora in modo solidale.

Questo rafforza due messaggi operativi: scegliere componenti nativamente accoppiati e certificati come compatibili (stesso sistema, stesse tolleranze) e ridurre le manipolazioni inutili dell'interfaccia conica, perché ogni ciclo aggiunge usura e innalza l'attrito locale.
In sintesi per la clinica implantare: mantenere il contatto conico Ti/Ti, prodotto industrialmente e certificato compatibile, prediligere le ricoperture in TiN-Coating, usare interfacce come MUA e Ti -base sacrificabili/sostituibili (quando sono previste manutenzioni maggiori negli anni) e impostare protocolli che limitino i cicli di smontaggio al necessario. Così si riducono micromovimenti e si spezza il circuito fretting-corrosione alla radice, proteggendo l'impianto e la connessione nel lungo periodo.
Riassumendo in una tabella i concetti illustrati, otteniamo una visione completa e chiarificatrice degli effetti clinici e meccanici cumulativi delle manutenzioni periodiche:

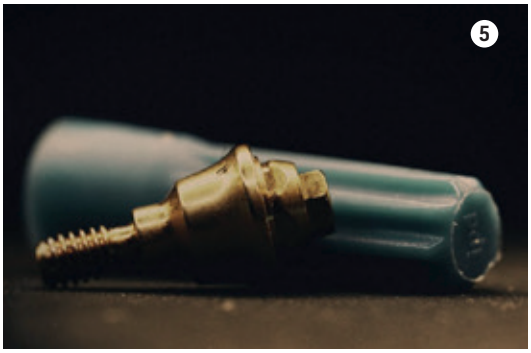


Fig. 5
Esempio di *MultiUnit MUA* con coating in TiN (IPD Dental Group - Barcellona, Spagna)

TABELLA RIASSUNTIVA: EFFETTI CUMULATIVI DELLE MANUTENZIONI PERIODICHE		
FASE DI MANUTENZIONE	**EFFETTI BIOMECCANICI E TRIBOLOGICI**	**CONSEGUENZE CLINICHE CUMULATIVE**
Svitamento	Perdita immediata precarico (5 -10%) per rilassamento elastico	Necessità di riapplicare integralmente il torque
Pulizia/sterilizzazione	Aumento attrito superficiale (+20%) per trattamenti meccanici	Riduzione ulteriore della capacità di mantenere il precarico
Riavvitamento	Schiacciamento filetti (5 -15 µm), incremento attrito interno	Progressiva riduzione del precarico e stabilità nel tempo
Fretting/usura da contatto	Microabrasioni, usura adesiva, perdita precisione accoppiamento	Incremento fratture, instabilità meccanica grave
Nuovo carico funzionale	Settling accelerato ulteriore (3 - 5%) per deteriorazione filetti	Ulteriore compromissione stabilità e perdita di precarico

Considerando un piano di manutenzione periodica standard con interventi ogni 6 mesi, già dopo 4-5 cicli completi, il precarico residuo può risultare inferiore al 60% del valore iniziale, incrementando significativamente il rischio clinico e biomeccanico. La valutazione approfondita di questi effetti cumulativi e della differente capacità di rigenerazione tra impianto e abutment, con particolare attenzione alla sostituzione periodica della vite protesica, rappresenta un elemento chiave nella progettazione clinica efficace e nella gestione tecnica preventiva della connessione implantare.

Una comprensione profonda di queste dinamiche tribologiche e biomeccaniche consente al clinico di adottare strategie operative mirate, preventive e conservative, fondamentali per garantire una riabilitazione implantoprotesica stabile, prevedibile e duratura nel tempo.

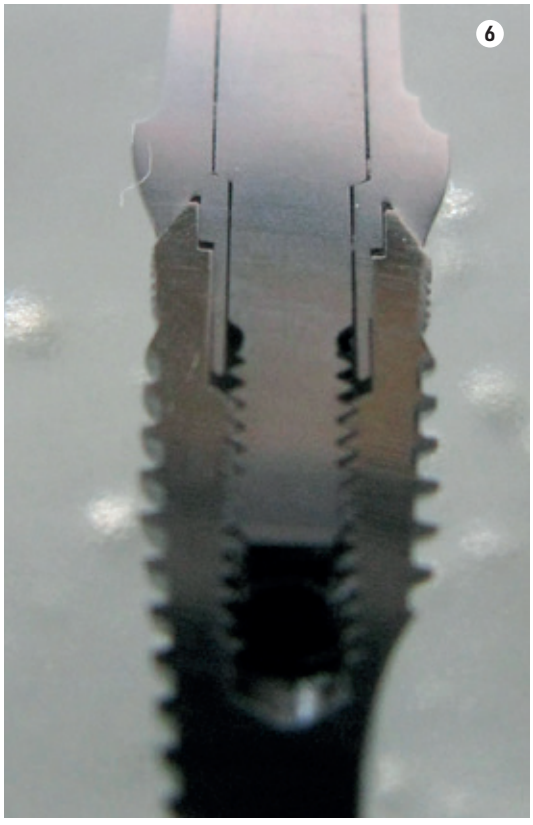


Fig. 6
Nelle connessioni implantari la presenza di un micro-gap può dare luogo a un ambiente di fessura: un'intercapedine dove, per ristagno del fluido, l'ossigeno si esaurisce e i cloruri si concentrano, con conseguente indebolimento del film passivo del titanio; il fenomeno è tanto più rilevante quanto peggiori sono fit e stabilità al serraggio

Realismo clinico e implicazioni meccaniche delle connessioni implantari

Lo svitamento delle componenti implantari rappresenta un rischio clinico prevedibile e statisticamente significativo, con prevalenze fino al 25% nelle corone singole con connessione ad esagono esterno.
Più raro, ma ancora più critico, è il rischio di frattura delle viti, spesso anticipato da un iniziale allentamento non percepito. I ripetuti cicli di manutenzione aumentano infatti il gioco rotazionale della connessione, contribuendo alla formazione di micro-gap batterici e compromettendo la stabilità sia biologica che meccanica. Le connessioni implantari si classificano principalmente in piatte, coniche e conometriche. Le connessioni piatte sono ideali per distribuzione uniforme dei carichi in protesi multi-impianto, mentre le coniche offrono stabilità superiore e sigillo batterico efficace, richiedendo tuttavia precisione estrema nella lavorazione. Le conometriche, ancora più precise, offrono la massima stabilità meccanica, ma con problematiche di gestione clinica molto complesse.

Ruolo e vantaggi biomeccanici del Multi-Unit Abutment (MUA): una scelta strategica per la conservazione dell'impianto

Nel corso dell'approfondita analisi biomeccanica e tribologica fin qui presentata, abbiamo visto come ogni intervento manutentivo periodico, che prevede lo svitamento e il riavvitamento della protesi su impianti osteointegrati, comporti effetti cumulativi estremamente significativi a livello meccanico. Abbiamo esaminato i fenomeni di perdita di precarico, schiacciamento dei filetti, aumento dell'attrito superficiale e il fenomeno del fretting, con le relative conseguenze cliniche e tribologiche che questi portano nel tempo.

Ora, sorge spontanea una domanda fondamentale per il clinico: come possiamo preservare nel tempo la filettatura primaria, originale e profonda dell'impianto stesso, dato che questa rappresenta un elemento insostituibile e non rigenerabile?
In altre parole, se è vero che ogni manutenzione protesica comporta inevitabilmente usura e degrado meccanico delle superfici coinvolte, come è possibile evitare che questa usura si trasferisca direttamente sull'impianto originale?

Proprio qui emerge il ruolo cruciale del Multi-Unit Abutment (MUA), che rappresenta una scelta strategica non soltanto dal punto di vista tecnico, ma soprattutto dal punto di vista della conservazione clinica e biomeccanica dell'impianto.
La funzione primaria del MUA, infatti, va ben oltre quella di un semplice abutment protesico: esso opera come un vero e proprio fusibile meccanico, concepito specificamente per isolare e proteggere la connessione implantare profonda, originale, e insostituibile. Immaginiamo due componenti meccanici distinti: da un lato abbiamo l'impianto, un elemento fisso, stabile e non rigenerabile, la cui filettatura primaria deve essere conservata intatta per tutta la durata clinica del sistema implantare. Dall'altro lato abbiamo il MUA e la relativa vite protesica, elementi secondari e facilmente sostituibili. Grazie al MUA, tutte le sollecitazioni cicliche, le alterazioni tribologiche e i fenomeni di usura progressiva dovuti alla manutenzione periodica vengono trasferiti dalla connessione implantare profonda dell'impianto alla filettatura interna dell'abutment stesso. In altre parole, il MUA agisce come una barriera meccanica di protezione, assorbendo e concentrando l'usura su un componente progettato espressamente per essere sostituito periodicamente.

Questo concetto rappresenta una vera e propria svolta clinica e biomeccanica: dopo numerosi cicli di manutenzione (anche decine, in condizioni cliniche realistiche di utilizzo), la filettatura che subisce usura e deterioramento non sarà più quella primaria dell'impianto, la cui integrità strutturale e precisione biomeccanica devono essere preservate a tutti i costi, ma quella del MUA stesso. Dopo anni di servizio clinico e cicli multipli di manutenzione, il clinico può dunque svitare il MUA usurato e sostituirlo con uno nuovo, completamente rigenerato, riportando la connessione a una condizione prossima all'originale senza intaccare la struttura primaria dell'impianto stesso.

Le viti specifiche progettate per i Multi-Unit Abutment, specialmente quelle con rivestimento in nitruro di titanio (TiN), completano ulteriormente questo quadro biomeccanico ideale, riducendo significativamente il coefficiente di attrito superficiale e mantenendo elevatissimi livelli di precarico residuo (spesso superiori al 90%) anche dopo ripetuti cicli completi di manutenzione. Queste viti dedicate consentono una gestione predicibile e sicura, proteggendo ulteriormente la filettatura primaria dell'impianto.
È bene tuttavia ricordare che l'introduzione del MUA richiede un approccio clinico consapevole e attentamente pianificato. Infatti, questo abutment introduce inevitabilmente un ulteriore micro-gap tra l'impianto e la componente protesica sovrastante, che impone un retorque periodico mirato e un monitoraggio clinico accurato. L'incremento verticale introdotto dal MUA (generalmente compreso tra 2 e 4 mm) comporta anche un aumento della leva occlusale complessiva, che deve essere attentamente considerata nella progettazione occlusale e biomeccanica della protesi **Fig. 7**.

La scelta del Multi-Unit Abutment diventa dunque non semplicemente una scelta tecnica, ma una decisione strategica di conservazione a lungo termine dell'impianto.
L'isolamento della connessione originale, la possibilità di sostituire periodicamente e integralmente il MUA, e la protezione della filettatura primaria dell'impianto rappresentano aspetti fondamentali di un approccio biomeccanico proattivo e preventivo. In questo modo, il clinico può garantire al paziente una riabilitazione implantoprotesica più stabile, più duratura e più facilmente gestibile nel tempo, tutelando il valore biologico, clinico e meccanico dell'impianto stesso.

Approfondimento: comportamento reale delle viti protesiche recuperate dopo un uso a lungo termine

Osservazioni da studi clinici

Recenti analisi condotte su viti protesiche realmente utilizzate clinicamente da 6 mesi fino a 20 anni hanno offerto dati empirici sull'usura e la degradazione superficiale che queste componenti subiscono durante

il tempo. In uno studio ex vivo, Secatto et al. (2017) hanno raccolto e analizzato viti in lega di titanio (Ti-6Al-4V) provenienti da pazienti che avevano sperimentato cicli ripetuti di carico funzionale e serraggi/riavvitamenti periodici.
La caratterizzazione tramite microscopia elettronica a scansione (SEM) ha evidenziato plasticizzazioni locali e generalizzate già dopo soli sei mesi di utilizzo clinico, soprattutto concentrate nelle prime 2-3 spire, dove la tensione e il precarico sono maggiormente localizzati.

Meccanismi di usura osservati

Le principali alterazioni superficiali delle viti comprendono:

- **Deformazioni plastiche delle spire**: associate ai cicli ripetuti di serraggio e agli stress meccanici cumulativi dovuti alle forze masticatorie.
- **Fenomeni di galling** (usura adesiva e microabrasioni): dovuti alla frizione tra i filetti durante i cicli di serraggio.
- **Formazione di microcavità e degrado per corrosione superficiale**: accentuato dalla presenza di saliva, biofilm e fluidi orali.
- **Adesione di materiale organico**, il quale può influenzare negativamente il coefficiente di attrito e favorire fenomeni corrosivi.

Questi fenomeni, combinati, determinano una significativa riduzione della stabilità meccanica della connessione protesica e del precarico nel tempo.

Frattura delle viti

Un aspetto rilevante evidenziato da Secatto et al. è stato l'analisi della morfologia delle superfici di frattura delle viti recuperate dai casi clinici. Le fratture analizzate si sono rivelate prevalentemente duttili e da fatica, originate al fondo dei filetti, punti critici soggetti a concentrazioni di stress. Tale frattura rappresenta l'evento finale di un processo degenerativo di lunga durata, che può essere evitato con una manutenzione preventiva e controlli periodici del serraggio e delle condizioni meccaniche delle viti protesiche **Fig. 8**.

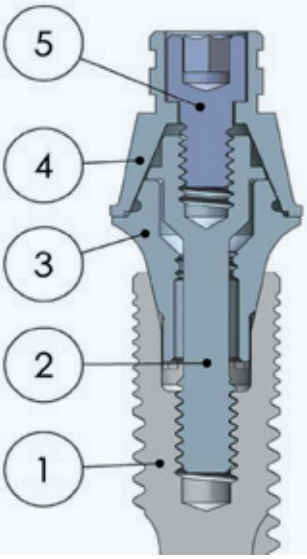
Considerazioni cliniche e raccomandazioni pratiche

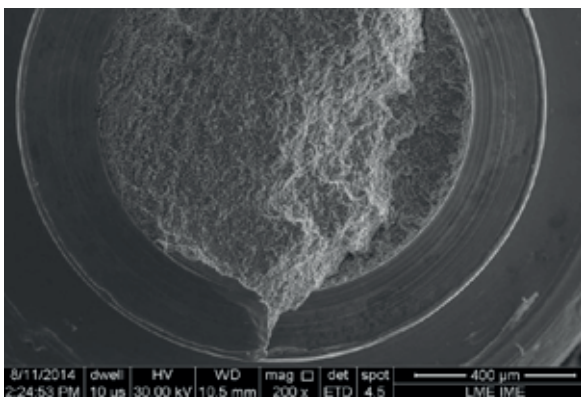
I dati raccolti da viti reali sottolineano che:

- Non esiste una correlazione diretta tra tempo di uso clinico e fenomeni di allentamento o frattura, ma piuttosto una correlazione significativa con il numero di cicli e la deformazione cumulativa.
- La perdita progressiva del precarico non è facilmente rilevabile dal clinico senza strumentazioni specifiche, ma può essere significativamente influenzata dalla qualità della vite, dal numero di cicli di serraggio e dalle condizioni ambientali intraorali.

Alla luce di queste evidenze, si raccomanda una periodica verifica e manutenzione delle viti protesiche, preferibilmente associata a una sostituzione preventiva delle stesse dopo ogni ciclo di serraggio o un certo periodo di utilizzo clinico.

7





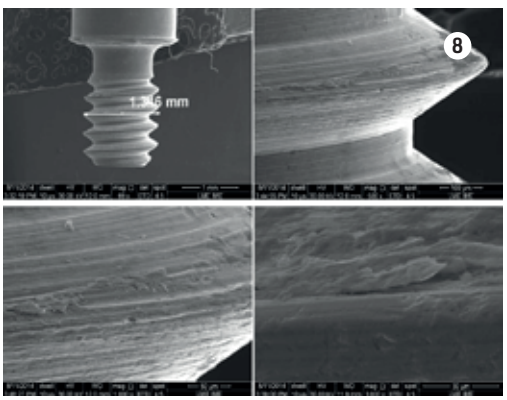


Fig. 7
1) Impianto,
2) vite primaria,
3) MultiUnit,
4) Ti-Base,
5) vite secondaria.
Inerente lo studio "*The morphology of collected dental implant prosthesis screws surface after six months to twenty years in chewing*"

Fig. 8
Immagine inerente lo studio "*The morphology of collected dental implant prosthesis screws surface after six months to twenty years in chewing*"

Conclusioni

La manutenzione protesica su impianti non è una semplice procedura di routine, bensì un intervento clinico strategico dalle importanti implicazioni biomeccaniche e tribologiche. Ogni ciclo manutentivo, infatti, comporta una perdita progressiva del precarico, incrementa il rischio di usura e mette a repentaglio la stabilità e la durata della riabilitazione implantoprotesica nel lungo periodo. In quest'ottica, il Multi-Unit Abutment (MUA) rappresenta uno strumento clinico fondamentale per preservare l'integrità strutturale dell'impianto stesso, isolandolo dalle sollecitazioni ripetute della manutenzione. Tuttavia, per ottenere risultati clinici davvero predicibili, è indispensabile che il professionista comprenda in profondità i fenomeni biomeccanici e tribologici descritti. Una gestione consapevole deve basarsi su protocolli rigorosi, che prevedano interventi periodici mirati, sostituzione regolare delle componenti sacrificabili (come le viti protesiche rivestite) e un'attenta progettazione occlusale e biomeccanica. Solo così si potrà garantire una riabilitazione stabile e duratura, massimizzando il valore biologico, clinico ed economico dell'impianto. In definitiva, la consapevolezza clinica e biomeccanica rappresenta la chiave per ottenere trattamenti implantoprotesici di successo, con benefici duraturi per il paziente in termini di salute, comfort e qualità della vita.

BIBLIOGRAFIA

1. *Haack JE, Sakaguchi RL, Sun T, Coffey JP. Elongation and preload stress in dental implant abutment screws. Int J Oral Maxillofac Implants. 1995;10(5):529–536.*
2. *Winkler S, Ring K, Ring JD, Boberick KG. Implant screw mechanics and the settling effect: an overview. J Oral Implantol. 2003;29(5):242–245.*
3. *Bernardes SR, Mattos MGC, Hobkirk J, Ribeiro RF. Loss of preload in screwed implant joints as a function of time and tightening/untightening sequences. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29(1):89–96.*
4. *Kim KS, Han JS, Lim YJ. Settling of abutments into implants and changes in removal torque in five different implant–abutment connections. Part 1: cyclic loading. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29(5):1079–1084.*
5. *Bickford JH. Introduction to the Design and Behavior of Bolted Joints. 4th ed. Boca Raton: CRC Press; 2008.*
6. *Fayaz A, Mahshid M, Saboury A, et al. The effect of steam sterilization and number of use on the accuracy of friction-style mechanical torque-limiting devices for dental implants. Dent Res J (Isfahan). 2014;11(1):74–80.*
7. *Delgado-Ruiz RA, Romanos GE. Effect of cleaning and sterilization on titanium implant surface properties and cellular response. Clin Implant Dent Relat Res. 2014;16(6):946–956.*
8. *Jung SW, Son MK, Chung CH, Kim HJ. Abrasion of abutment screw coated with TiN. J Adv Prosthodont. 2009;1(2):102–106.*
9. *Jeong CG, Huh JB, Jeon YC, et al. Preload evaluation of different screws in external-hexagon joints. Int J Oral Maxillofac Implants. 2012;27(2):251–256.*
10. *Park JK, Choi JU, Jeon YC, et al. Effects of abutment screw coating on implant preload. J Prosthodont. 2010;19(6):458–464.*
11. *Elias CN, Figueira DC, Rios PR. Influence of titanium nitride coating on the surface properties of titanium dental implants. J Dent Res. 2006;85(Spec Iss C):227–231.*
12. *Brunski JB. Biomechanics of dental implants: a review of literature. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29(Suppl):52–71.*
13. *Norton MR. The influence of implant connection geometry on implant stability. Clin Oral Implants Res. 2013;24(4):370–378.*
14. *Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications with implants and implant prostheses. J Prosthet Dent. 2003;90(2):121–132.*
15. *Zipprich H, Weigl P, Lange B, Lauer HC. Micromovements at the implant-abutment interface: measurements, causes and consequences. Implantologie. 2007;15:31–45.*
16. *Steinebrunner L, Wolfart S, Ludwig K, Kern M. Implant-abutment interface design affects fatigue and fracture strength of implants. Clin Oral Implants Res. 2008;19(12):1276–1284.*
17. *Toia M, Stocchero M, Jinno Y, Wennerberg A, Becktor JP, Jimbo R, Halldin A. Effect of misfit at implant-level framework and supporting bone on internal-connection implants: mechanical and finite-element analysis. Int J Oral Maxillofac Implants. 2019;34(2):320–328. doi:10.11607/jomi.6965*
18. *Toia M. Influenza del misfit e dei cicli di avvitamento sulla precisione delle connessioni implantari in protesi multiunità. Studio sperimentale e simulazione FEM [tesi di laurea]. Milano: Università degli Studi di Milano; 2022.*
19. *Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants: a histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. J Periodontol. 2000;71(9):1412–1424.*
20. *Romanos GE, Delgado-Ruiz RA, Sacks D, Calvo-Guirado JL. Influence of the implant-abutment connection type on peri-implant bone loss: a systematic review. Clin Oral Implants Res. 2012;23(Suppl 6):109–119.*
21. *Binon PP. Implants and components: entering the new millennium. Int J Oral Maxillofac Implants. 2000;15(1):76–94.*
22. *Sailer I, Mühlemann S, Zwahlen M, Hämmerle CHF, Schneider D. Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. Clin Oral Implants Res. 2012;23(Suppl 6):163–201.*
23. *Di Fiore A, Brunello G. Current Trends and Future Directions in Prosthetic and Implant Dentistry in the Digital Era. Cham: Springer Nature; 2023.*
24. *Alzoubi FM, Sabti MY, Alsarraf E, Alshahrani FA, Sadowsky SJ. Engaging vs. non-engaging abutments: an in vitro study evaluating changes in microgap and screw morphology. Dent J (Basel). 2024;12(8):265. doi:10.3390/dj12080265*
25. *Secatto FBS, Elias CN, Segundo AS, Cosenza HB, Cosenza FR, Guerra FLB. The morphology of collected dental implant prosthesis screws surface after six months to twenty years in chewing. Dent Oral Craniofac Res. 2017;3(7):1–7. doi:10.15761/DOCR.1000S2006*
26. *Hussenbocus S, Kosuge D, Solomon LB, Howie DW, Oskouei RH. Head Neck Taper Corrosion in Hip Arthroplasty. BioMed Research International. 2015:758123.*
27. *Wight CM, Whyne CM, Bogoch E, et al. Effect of head size and rotation on taper corrosion in a hip simulator. Bone & Joint Open. 2021;2(11):1004 1016.*



#DigitalProsthodontics

Consapevolezza e scelte

In questo numero di ottobre, DentalTech torna ad intervistare, dopo oltre un anno, Francesco Biaggini, grande esperto di tecnologia digitale applicata all'odontoiatria protesica

Caro Francesco, è un piacere averti di nuovo nostro ospite. Come sai, ti seguo sempre, anche sui social, dove sei ormai il più importante vlogger italiano del digitale in odontoiatria.
Di recente parli spesso di consapevolezza e scelte. Perché?

Perché il momento della scelta clinica non è mai bianco o nero. In implantoprotesi c'è una catena di tolleranze che si sommano e si nascondono. Poi il precarico evapora e compaiono comportamenti meccanici imprevedibili. Nei miei testi ho provato a mettere ordine: capire dove nascono gli errori e pesarli fase per fase. Così la decisione diventa misura e non impressione. In breve: se misuri, decidi; se indovini, speri.

Se dovessi condensare questa idea in un principio?

Far parlare i micron, non le impressioni. Guardare la mesh in monocromia, verificare libreria e forma dello scanbody, controllare l'allineamento (ICP). Solo allora il digitale diventa affidabilità.

Scanner intraorale o fotogrammetria: come li metti a terra nel lavoro di tutti i giorni?

Non rivali, ma complementari. Lo scanner intraorale porta anatomia e tessuti; la fotogrammetria blocca la posizione implantare con riferimenti stabili. Nei full-arch "ferma" le coordinate, l'IOS completa profili emergenti ed estetica. Prima blocchi la connessione implantare, poi completi. Sistemi ponte come ScanTransfer riducono errori tipici dello scanner intraorale.

A volte il best-fit nel CAD perde affidabilità. Dove succede davvero?

Quando la tecnologia è cosmetica. Alleggeriamo gli STL togliendo vertici utili; la decimazione può distruggere dettagli clinici. I PLY col colore mascherano artefatti. La qualità si legge in monocromia. Regola: pulizia, monocromia, ROI sulle aree che contano.

Hai insistito spesso su "metrica, librerie e forma dello scanbody". Perché è decisivo?

Perché l'algoritmo capisce solo ciò che riceve. Su geometrie regolari il point-to-plane converge stabile, su anatomie irregolari meglio il point-to-point. Ma serve una libreria pulita e uno scanbody semplice: più leggibile è, più l'algoritmo aggancia senza artefatti. Una libreria ben scritta vale quanto un buon hardware.

Sul fronte biomeccanico: cosa continuiamo a sottovalutare?

Che torque non è stabilità. Solo l'8–15% della coppia diventa precarico utile; il resto si perde in attrito. Nei primi 10 minuti c'è il settling: un altro 5–10% evapora. Il ri-torque non è un vezzo, è clinica.
Ogni smontaggio aumenta usura e abbassa precarico residuo. Serve basso attrito, superfici controllate, ri-torque mirato.

Qui entra in gioco il Multi-Unit Abutment.

Esatto. Il MUA è un "fusibile meccanico": sposta l'usura su un componente sostituibile e protegge la filettatura primaria. Con viti a basso attrito e protocolli mirati abbassi i rischi e allunghi la vita della riabilitazione. Se qualcosa deve cedere, meglio il fusibile che l'impianto.

Se ti chiediamo due soglie operative?

50 µm come orizzonte di progetto; oltre i 100 µm, soprattutto su conometriche, cresce la probabilità di problemi. Le planari sono più tolleranti, ma soffrono il basculamento se non parallelizzi. Non dogmi, ma segnali per ritarare il flusso.

Un'indicazione per i full-arch "senza sorprese"?

Spesso si sceglie l'originale pensando sia garanzia. In realtà la differenza la fanno i numeri, non l'etichetta. Un compatibile con criteri industriali seri, librerie accurate e supporto tecnico può superare l'originale in precisione e prevedibilità. Misurando capisci che ciò che conta non è chi ha il marchio, ma chi ti fornisce strumenti e dati affidabili.

Una frase per chiudere?

La libertà, nel nostro lavoro, è decidere sui dati e non per abitudine. Misurare con consapevolezza non toglie tempo: toglie problemi.



Chirurgia guidata. Il futuro è nell'Intelligenza Artificiale, nella Mixed Reality e nella Robotica

L'implantologia digitale entra nell'era dell'Intelligenza Artificiale predittiva, della Mixed Reality e della Robotica. Intervista esclusiva al Dr. Francesco Mangano.

Dr. Francesco Mangano

Professore associato di Odontoiatria Digitale alla Sechenov University, editore per Elsevier e presidente della Digital Dentistry Society. Dirige la Mangano Digital Academy, ha ideato il corso "#ZEROMICRONS" e pubblicato oltre 160 articoli scientifici. Esercita a Gravedona, specializzato in IA, realtà aumentata e robotica applicate all'odontoiatria.

Dr. Mangano, negli ultimi mesi si parla di "Intelligenza Artificiale predittiva" nella pianificazione implantare. Cosa cambia nella pratica quotidiana?

L'Intelligenza Artificiale (Artificial Intelligence, AI) è una delle grandi novità del 2025. Le applicazioni di Intelligenza Artificiale non si limitano più a ricostruire un modello 3D del paziente, ma analizzano dati clinici e anatomici, suggerendo la posizione ideale dell'impianto, il tipo di connessione e la sequenza chirurgica più appropriata.

Queste applicazioni valutano automaticamente densità ossea, inclinazione, vettori di carico e spazi protesici, riducendo i margini d'errore. Il clinico mantiene sempre il controllo, ma la macchina anticipa scenari e variabili biologiche, rendendo la chirurgia più sicura e personalizzata. Da tempo impiego un software di Intelligenza Artificiale, che sto contribuendo a sviluppare, il Virtual Patient Creator di RELU, che è all'avanguardia nella segmentazione di files dalla CBCT, nell'allineamento su di essa di files 3D dalla scansione intraorale e facciale, ed oggi anche nella pianificazione implantare. Il tutto gestito in maniera automatizzata dall'Intelligenza Artificiale.

Come l'introduzione della Mixed Reality ha trasformato la fase intraoperatoria?

La Mixed Reality (MR) rappresenta uno dei maggiori progressi nella chirurgia implantare. I nuovi visori sovrappongono in tempo reale il piano implantare 3D all'anatomia del paziente, permettendo al chirurgo di visualizzare profondità, angolazioni e strutture critiche senza staccare lo sguardo dal campo operatorio. Questo consente un controllo totale durante la fresatura e l'inserimento dell'impianto, riducendo fino al 30% i tempi chirurgici e migliorando la sicurezza anche nei casi anatomici più complessi. Esistono oggi due apps che ho contribuito a realizzare e portare all'attenzione generale, ovvero Holodentist di Fifthingenium e Anna di Mars Ai, che permettono il primo di pianificare un intervento di implantologia utilizzando la Mixed Reality, il secondo di eseguire effettivamente l'intervento su paziente, utilizzando gli ologrammi. Abbiamo già programmato ed eseguito ben 15 interventi proprio nel mio studio, impiegando queste avanzatissime apps, che presto saranno disponibili e in commercio, ad un prezzo assolutamente competitivo, se paragonato a quello dei sistemi di navigazione attuali.

Si parla sempre più spesso di Robotica. In cosa consiste esattamente?
La Robotica è stato uno degli argomenti del recente Congresso della Digital Dentistry Society a Venezia, che ha chiuso il mio biennio di Presidenza, con tre giorni estremamente interessanti ed oltre 1000 partecipanti provenienti da 60 diversi paesi.
Tra questi, la Cina, e proprio i ricercatori clinici dell'Università di Pechino hanno presentato un vasta casistica di interventi di implantologia semplice e complessa, realizzati grazie all'impiego di un robot completamente autonomo. In sostanza, l'operatore esegue l'anestesia e solleva il lembo, poi è il robot, autonomamente, a preparare il sito implantare ed inserire l'impianto. Questo approccio "intelligente" permette di ottenere un'elevata l'accuratezza anche in interventi ad alta complessità, come nei casi di implantologia zigomatica.

Le nuove tecnologie aiutano anche nel controllo della stabilità implantare?
Assolutamente. Nel caso della Robotica, è possibile controllare diversi parametri durante l'inserimento implantare. Ma anche i nuovi micromotori per l'implantologia integrano sensori di coppia e densità ossea, inviando dati al software di pianificazione in tempo reale. Questi parametri vengono utilizzati per calcolare la stabilità primaria e secondaria, adattando la sequenza di fresatura e la strategia di carico immediato.
In pratica, il sistema "dialoga" con il chirurgo, suggerendo microcorrezioni basate su risposte biologiche effettive del tessuto.

La stampa 3D sembra aver cambiato le regole del gioco. È possibile stampare restauri generati dall'Intelligenza Artificiale, già prima della chirurgia ?
Decisamente. Tutto questo è già possibile oggi grazie al Virtual Patient Creator di RELU, per esempio, che oltre a pianificare l'impianto in maniera automatica, propone la modellazione di un restauro per il carico immediato. Poi naturalmente sta al chirurgo eseguire l'intervento nella maniera più accurata. Studi dimostrano come Mixed Reality e Robotica possano garantire risultati paragonabili se non addirittura superiori a quelli ottenibili con dime chirurgiche statiche.

Quali sono i limiti tecnologici che la chirurgia guidata olografica e robotica devono ancora superare?
Per quanto riguarda la chirurgia guidata olografica, il primo software sviluppato in questo senso, ovvero Anna di Mars Ai, è già pronto all'uso ma manca delle certificazioni per l'impiego clinico, che sono attese nel 2026. Un ulteriore sviluppo della app porterà ad estenderne l'impiego da casi semplici (impianti singoli e multipli) all'applicazione più complessa ovvero quella della full arch.
Per fare ciò, l'hardware dovrà svilupparsi di conseguenza, poiché Mars Ai impiega oggi solamente un caschetto di Mixed Reality per l'esecuzione dell'intervento, senza alcuna telecamera o sistema di tracciamento esterno, né computer collegati: e per poter arrivare alla full arch, laddove manchi il riferimento dei denti, serve una macchina con maggiore capacità computazionale, almeno rispetto ad Hololens 2 di Microsoft. Per quanto concerne la Robotica, anche qui i sistemi autonomi sono già pronti all'uso, addirittura anche nei casi complessi. Il sistema cinese YakeBot è eccezionale, ma se comparato alla Mixed Reality, ha il limite del costo elevato. In questo caso, le certificazioni per l'utilizzo in Europa sono attese per la fine del 2026.

Nei casi di atrofia o chirurgia rigenerativa avanzata, come si è evoluto l'approccio guidato?
Oggi le guide chirurgiche non servono più solo a inserire impianti, ma anche a gestire la rigenerazione ossea e tessutale.
Grazie alla fusione di dati da CBCT, scanner intraorali e modelli fotogrammetrici, è possibile progettare guide di resezione e soprattutto meshes e scaffolds per rigenerazione personalizzata, per un controllo tridimensionale dei volumi e delle geometrie dell'innesto. Il risultato è un approccio predicibile anche nei casi estremi di atrofia mascellare.

Come sta cambiando la formazione dei nuovi implantologi in questo scenario così tecnologico?
Ad esser sincero mi sembra non stia cambiando affatto, perché in circolazione vedo solo corsi di chirurgia guidata statica e dinamica "tradizionali". Proprio per questo, nel 2026, girerò le principali città italiane con il mio #zeromicrons roadshow, nel quale mostrerò praticamente l'applicazione di queste tecnologie: Intelligenza Artificiale, Mixed Reality e Robotica. Massimo 15-20 partecipanti per gruppo, per una esperienza "immersiva" e per testare queste tecnologie dal vivo.

Guardando avanti, quale sarà la prossima grande rivoluzione?
Tra cinque anni, verosimilmente non stamperemo più alcuna dima chirurgica e la navigazione dinamica, per come la conosciamo oggi, sarà abbandonata. Gli operatori "smart" punteranno sulla Mixed Reality, mentre i grossi centri, quelli con maggiori possibilità economiche, punteranno sulla Robotica. Tutti, certamente tutti, faranno largo impiego dell'Intelligenza Artificiale.