

Traduzione non ufficiale realizzata con l'intelligenza artificiale

Questo documento è la traduzione in italiano dell'articolo:

Elhosseiny N.E.A., Marzouk W.M., Tageldin M.A. «Effectiveness of CAD/CAM titanium fixed lingual retainer versus conventional stainless steel fixed retainer (randomized controlled clinical trial)». Clinical Oral Investigations 2025; 29:343. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06418-x>

La traduzione è stata realizzata da Dentauro Italia con strumenti di traduzione automatica basati sull'intelligenza artificiale. Non è una traduzione ufficiale e non è stata rivista né approvata dagli autori o dall'editore Springer Nature, che non sono associati a Dentauro.

Può contenere imprecisioni, anche nella terminologia clinica, nei valori numerici e nelle tabelle. Per qualunque uso professionale o decisione clinica fa fede l'articolo originale in inglese, disponibile gratuitamente al collegamento DOI indicato sopra.

© Gli Autori 2025. Articolo originale distribuito con licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Modifiche apportate: traduzione integrale in italiano e aggiunta di questa pagina e della nota a piè di pagina.

Contenuto rivolto a professionisti del settore. - Dentauro Italia S.p.A. · shop.dentauro.it



Efficacia del retainer linguale fisso CAD/CAM in titanio rispetto al retainer fisso convenzionale in acciaio inossidabile (studio clinico randomizzato controllato)

Nada E.A. Elhosseiny¹ · Wessam M. Marzouk² · Mostafa A. Tageldin³

Ricevuto: 16 ottobre 2024 / Accettato: 1 giugno 2025 / Pubblicato online: 18 giugno 2025
© Gli Autori 2025

Riassunto

Contesto La contenzione dopo il trattamento ortodontico è essenziale per mantenere i denti allineati e prevenire la recidiva. I retainer fissi tradizionali, realizzati con fili multifilamento in acciaio inossidabile, sono efficaci, ma presentano svantaggi quali variabilità tra operatori, lunghi tempi alla poltrona e rischio di accumulo di biofilm. I recenti progressi nella progettazione e produzione assistite da computer (CAD/CAM) hanno proposto retainer fissi personalizzati come soluzione moderna.

Obiettivo dello studio L'obiettivo primario era valutare la stabilità dell'allineamento con retainer linguali fissi CAD/CAM in titanio di grado 5 (Ti5) rispetto a quelli in acciaio inossidabile. L'obiettivo secondario era valutare la salute parodontale nell'arco di 6 mesi.

Metodi Per raggiungere gli obiettivi è stato condotto uno studio clinico randomizzato controllato, monocentrico, a due bracci paralleli, con rapporto di assegnazione 1:1. I partecipanti sono stati assegnati casualmente a due gruppi uguali: il gruppo I ha ricevuto retainer linguali CAD/CAM in Ti5; il gruppo II retainer fissi convenzionali in acciaio inossidabile intrecciato a 8 filamenti. Entrambi sono stati incollati direttamente sui sei denti anteriori mandibolari. Le misurazioni sono state effettuate in tre momenti: subito dopo il posizionamento (T0), dopo 3 mesi (T3) e dopo 6 mesi (T6). Per ogni dente, mediante sovrapposizione di modelli digitali, sono stati registrati la distanza intercanina, l'indice di irregolarità di Little e i movimenti vestibolo-linguali, mesio-distali, occluso-gengivali e rotazionali. Sono stati inoltre valutati i parametri parodontali: indice di placca, indice gengivale, profondità di sondaggio e sanguinamento al sondaggio.

Risultati Inizialmente sono stati esaminati 54 pazienti per verificarne l'idoneità. Complessivamente, 36 pazienti sono stati assegnati casualmente, hanno completato il follow-up e sono stati inclusi nell'analisi. Per il confronto tra varianze sono stati utilizzati il chi quadrato, il test t di Welch e il test di Greenhouse-Geisser. La distanza intercanina non presentava differenze statisticamente significative tra i gruppi a T0, T3 o T6 (rispettivamente $p = 0.769$, $p = 0.440$ e $p = 0.827$). L'indice di irregolarità di Little non mostrava differenze statisticamente significative tra i due retainer a T0 ($p = 0.123$), T3 ($p = 0.562$) e T6 ($p = 0.611$). Non sono state osservate variazioni significative della posizione dentale nei due gruppi. La variazione media dell'indice gengivale mostrava una riduzione significativa nel gruppo CAD/CAM rispetto a quello convenzionale (a T3 e T6 $p = 0.001$). Dopo 6 mesi, i parametri parodontali erano significativamente migliori con i retainer CAD/CAM.

Conclusioni I retainer CAD/CAM in Ti5 e quelli convenzionali mantengono efficacemente la distanza intercanina. I retainer CAD/CAM in Ti5 sono in grado di mantenere la posizione dentale nelle tre dimensioni e hanno mostrato un minore deterioramento del parodonto nell'osservazione a breve termine.

Parole chiave CAD/CAM · Retainer fissi · Retainer linguale · Irregolarità dentale · Distanza intercanina

✉ Nada E.A. Elhosseiny
dr.nada.elhosseiny@gmail.com

Wessam M. Marzouk
dr.wessammarzouk57@gmail.com

Mostafa A. Tageldin
mostafa.tageldin@alexu.edu.eg

¹ Dipartimento di Ortodonzia, Facoltà di Odontoiatria, Università di Alessandria, Champolion St., Alessandria, Azarita 21527, Alessandria, Egitto

² Facoltà di Odontoiatria, Università di Alessandria, Alessandria, Egitto

³ Facoltà di Odontoiatria, Università di Alessandria, Alessandria, Egitto

Contesto

Mantenere stabili i risultati del trattamento ortodontico resta una sfida importante nella prevenzione della recidiva. La fase di contenzione è quindi fondamentale per ogni caso trattato ortodonticamente [1]. Non esiste un consenso universale a favore di una specifica contenzione, a causa della mancanza di prove di alta qualità sul tipo di contenzione o sul materiale da utilizzare nel relativo protocollo [2]. La scelta del protocollo e dell'apparecchio dipende in gran parte dall'esperienza dell'ortodontista, dalle aspettative del paziente e dalle circostanze cliniche. I retainer devono essere facilmente tollerati, con effetti negativi minimi su fonazione, masticazione, igiene orale, comfort e salute complessiva dei tessuti orali [3].

La letteratura documenta un'ampia gamma di protocolli per i retainer fissi (FR), con notevoli differenze nei materiali dei fili, nelle tecniche di incollaggio e nel numero di denti coinvolti [2]. I FR hanno dimostrato efficacia e affidabilità nella stabilità dentale a breve termine [4]. Possono tuttavia compromettere il comfort e rendere più difficile l'igiene orale [5]. Una revisione narrativa degli studi clinici randomizzati sull'efficacia dei diversi apparecchi di contenzione ha concluso che i retainer incollati sono i più efficaci per stabilizzare gli incisivi inferiori. Possono però consentire la riapertura degli spazi estrattivi e ostacolare l'igiene orale, aumentando l'accumulo di placca [6].

La tecnologia CAD/CAM è stata introdotta recentemente in ortodonzia, soprattutto per apparecchi personalizzati come allineatori trasparenti e sistemi vestibolari o linguali su misura, ed è stata estesa ai retainer fissi ortodontici [7]. Esistono due tecniche produttive: additiva e sottrattiva. La produzione additiva, spesso denominata stampa 3D, consiste nell'aggiungere strati successivi di un materiale per costruire un oggetto; quella sottrattiva, o lavorazione meccanica mediante fresatura, tornitura o foratura, impiega movimenti dell'utensile accuratamente pianificati per asportare materiale da un blocco e ottenere l'oggetto desiderato [8]. I progressi CAD/CAM hanno portato allo sviluppo di FR personalizzati, affrontando gli svantaggi dei retainer convenzionali [9]. I sistemi CAD/CAM comprendono tre componenti principali. La prima è un'unità di acquisizione dei dati dell'arcata dentale, direttamente tramite scanner intraorale che crea un modello virtuale, oppure indirettamente mediante scansione di un modello in gesso ottenuto da un'impronta convenzionale. La seconda è un software che progetta un modello virtuale e calcola i parametri di fresatura. Infine, l'unità di fresatura computerizzata realizza il progetto da un blocco di materiale solido [10].

Il titanio di grado 5 (Ti5), composto dalla lega Ti-6Al-4V, è un materiale privilegiato per la sua elevata resistenza

meccanica. L'aggiunta di alluminio e vanadio migliora la resistenza alla corrosione, rendendolo superiore ad altri gradi di titanio [11, 12]. Il CAD/CAM ha introdotto nuovi materiali e progetti strutturali adatti alla fabbricazione digitale [13]. Uno studio in vitro di Roser et al. [14] ha dimostrato che i retainer CAD/CAM e multifilamento limitano diversamente la mobilità dentale. I retainer CAD/CAM in nichel-titanio e Ti5 consentivano maggiore mobilità rispetto a quelli multifilamento [15]. Il Ti5 è stato l'unico materiale a non cedere durante l'invecchiamento e ha mostrato capacità di carico comparabili al retainer Twist flex. I retainer CAD/CAM in Ti5 possono quindi rappresentare una valida alternativa. Questi FR costituiscono un'opzione promettente rispetto ai FR convenzionali, offrendo maggiore precisione, minori tempi alla poltrona e minore dipendenza dall'abilità dell'operatore [16]. Mostrano inoltre elevata prevedibilità, soprattutto quando le superfici di incollaggio sono limitate o le regioni anatomiche sono complesse [17]. Nonostante questi potenziali benefici, l'efficacia clinica dei FR CAD/CAM non è stata ampiamente valutata. L'obiettivo primario del presente studio era confrontare la stabilità dell'allineamento con retainer linguali fissi CAD/CAM in titanio di grado 5 e in acciaio inossidabile intrecciato a 8 filamenti; l'obiettivo secondario era valutare la salute parodontale per 6 mesi.

Metodi

Disegno dello studio

Per raggiungere gli obiettivi è stato condotto uno studio clinico randomizzato controllato (RCT), monocentrico, a due bracci paralleli, con rapporto di assegnazione 1:1. È stata ottenuta l'approvazione etica n. 0510 - 10/2022 dal Comitato etico per la ricerca della Facoltà di Odontoiatria dell'Università di Alessandria (IRB: 00010556-IORG: 0008839). Lo studio è stato registrato nel Pan African Clinical Trial Registry (PACTR202310525946306) il 12 ottobre 2023.

Calcolo della numerosità campionaria

La numerosità campionaria è stata calcolata con G*Power versione 3.1.9.2 [18]. Per il confronto tra i gruppi è stata utilizzata una differenza media nella variazione della distanza intercanina (ICW) di 0.5 mm, con deviazione standard fissata a 0.5 sulla base dello studio di Shim et al. [9]. Con potenza dell'80% ($\beta = 0.20$) e livello di significatività del 5%, il campione minimo necessario per rilevare una dimensione dell'effetto standardizzata (d) di 0.979 nella riduzione della distanza intercanina era di 17 pazienti per gruppo. Dopo l'aggiustamento per gli abbandoni, il campione è stato aumentato a 18 pazienti per gruppo [19, 20].

Partecipanti, contesto e criteri di idoneità

Nell'RCT sono stati inclusi 36 partecipanti che avevano completato il trattamento ortodontico attivo presso la clinica del Dipartimento di Ortodonzia della Facoltà di Odontoiatria dell'Università di Alessandria.

Criteri di inclusione

Partecipanti con struttura normale dello smalto dei denti anteriori mandibolari, aderenza al regime terapeutico prescritto e mantenimento di un'adeguata igiene orale, indicata da un punteggio inferiore a 2 nell'indice semplificato di igiene orale [21].

Criteri di esclusione

Soggetti con anamnesi di labiopalatoschisi o diagnosi di sindrome craniofaciale [22]. Partecipanti con malattie sistemiche note per influire sul metabolismo osseo.

Pazienti trattati con apparecchi ortodontici linguali o sottoposti a un nuovo trattamento ortodontico. Presenza di carie attive, restauri e fratture dei denti anteriori. Malattia parodontale a carico dei denti anteriori.

Randomizzazione

La lista di assegnazione è stata generata con un software di assegnazione casuale (www.random.org) [23, 24]. Ogni assegnazione era identificata da un codice corrispondente al numero progressivo del partecipante nello studio e al nome del gruppo. Un assistente ha sigillato le assegnazioni in buste opache numerate in sequenza, affidate al supervisore responsabile. Ogni volta che veniva arruolato un nuovo partecipante, il supervisore consegnava all'operatore la busta designata. Il gruppo I ha ricevuto un retainer CAD/CAM personalizzato in Ti5 da 0.013×0.027 pollici; il gruppo II un retainer a nastro in filo di acciaio inossidabile intrecciato a 8 filamenti, completamente ricotto, da 0.011×0.027 pollici (Bond.A.Braid, Reliance, Inc., USA).

Intervento

Tutti i pazienti hanno firmato il consenso informato dopo aver ricevuto informazioni su obiettivi, benefici della contenzione, rischi e durata del monitoraggio. Prima dell'incollaggio, tutti sono stati sottoposti a detartrasi e lucidatura dell'intera bocca, seguite da un richiamo alle corrette istruzioni di igiene orale.

Prima della rimozione degli apparecchi fissi, ogni paziente è stato sottoposto a scansione digitale intraorale con CEREC Omnicam (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Germania). Nel gruppo I, la scansione è stata salvata come file stereolitografico (STL) e importata nel software Meshmixer 3.5.474 (Autodesk Inc., CA, USA) per ulteriori elaborazioni. Un operatore formato ha progettato digitalmente il retainer sulle superfici linguali dei sei denti anteriori mandibolari. Il modello digitale è stato allineato nello spazio virtuale lungo tre piani, seguendo i parametri preimpostati del software. I vuoti della scansione sono stati riempiti con uno strumento di disegno di dimensioni adeguate, ottenendo un modello digitale solido (Fig. 1). Il retainer è stato progettato con spessore di 0.3 mm e sezione rettangolare, nella porzione superiore del terzo medio delle superfici linguali, esteso da un canino all'altro. I margini sono stati poi rifiniti mediante levigatura.

Il retainer CAD/CAM è stato realizzato mediante produzione sottrattiva, fresando la struttura da un grezzo in Ti5 con una macchina CNC. Il software CAM ha convertito il modello CAD in un percorso utensile, generando comandi per la sequenza operativa, la selezione degli utensili e i parametri di movimento della macchina CNC. L'accuratezza di posizionamento dell'utensile è stata mantenuta entro 10 μm . Il software CAM includeva inoltre compensazioni per il diametro dell'utensile, garantendo una fresatura precisa e preservando l'integrità del pezzo [25, 26]. Le superfici del retainer sono state lucidate con spazzola a ruota e frese coniche in gomma, tranne la superficie di adattamento.

Nel gruppo II, il retainer in filo di acciaio inossidabile è stato modellato manualmente e adattato direttamente alle superfici linguali dei sei denti anteriori mandibolari. In entrambi i gruppi, tutti i pazienti hanno seguito lo stesso protocollo di incollaggio diretto, eseguito dallo stesso operatore.

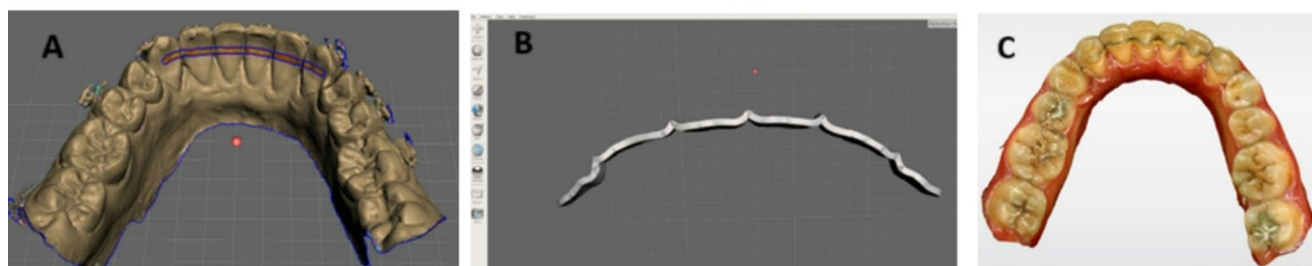


Fig. 1 Progettazione del FR in titanio con Meshmixer; A Progetto del retainer sul file STL importato; B Progetto finale estruso del FR dal modello digitale (vista oclusale); C Scansione intraorale del FR subito dopo l'incollaggio (T0)

Protocollo di incollaggio

Le superfici linguali mandibolari di incisivi e canini sono state pulite con pasta lucidante non fluorata e poi sabbiate con ossido di alluminio. Lo smalto è stato quindi mordenzato per 30 s con gel di acido fosforico al 37% (Meta Etchant, META BIOMED, Corea). Dopo accurato risciacquo e asciugatura, è stato applicato uno strato di adesivo (Assure Plus, Resilance, USA), polimerizzato con lampada iLed (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd, Guangxi, Cina). Entrambi i retainer sono stati adattati alle superfici linguali degli incisivi mandibolari usando cinque fili interdentali. Con un mini-stampo è stato applicato uno strato uniforme di resina composita fotopolimerizzabile a bassa viscosità (Polofil, NHT flow, Germania); ogni dente è stato polimerizzato per 10 s. I retainer incollati sono mostrati nella Fig. 2.

Istruzioni ai pazienti

Ai pazienti è stato consigliato di spazzolare due volte al giorno con spazzolino a setole morbide e dentifricio al fluoro, pulendo correttamente attorno al filo del retainer. È stato inoltre indicato l'uso di scovolini o passafilo per pulire sotto il filo e tra i denti, associato a un collutorio antibatterico per ridurre l'accumulo di placca. Sono state raccomandate visite odontoiatriche e pulizie professionali regolari per valutare salute orale e integrità del retainer. Per evitare danni, è stato consigliato di non mordere cibi duri né usare i denti come strumenti [5]. In caso di distacco o rottura del retainer, i pazienti dovevano rivolgersi subito alla clinica.

Per tutti i pazienti sono state rilevate impronte digitali intraorali in tre momenti:

T0: subito dopo l'incollaggio del FR.

T3: 3 mesi dopo T0.

T6: 6 mesi dopo T0.

Esiti

I seguenti esiti sono stati valutati a T0, T3 e T6:

Esito primario

Parametri di stabilità dell'allineamento dentale

La distanza intercanina (ICW) e l'indice di irregolarità di Little (LII) [27] sono stati misurati su ogni modello digitale con MEDIT Link 3.1.4 e MEDIT Design M 2.1.3. L'ICW è stata definita come la distanza lineare in millimetri (mm) tra le punte cuspidali dei due canini (Fig. 3). Il LII è stato misurato sommando, in mm, le cinque distanze tra le aree anatomiche di contatto dalla superficie mesiale del canino destro a quella del canino sinistro (Fig. 4). Sono state calcolate e confrontate tra i gruppi le variazioni medie e assolute.

Sovrapposizione digitale

Il confronto dei modelli di superficie 3D è stato effettuato sovrapponendo i due file STL e selezionando tre punti di riferimento sulla linea mucogengivale di ogni modello, tra primo e secondo premolare, secondo premolare e primo molare, primo e secondo molare, secondo il protocollo di Ioshida et al. [28] (Fig. 5). La sovrapposizione è stata eseguita con MEDIT Link 3.1.4, MEDIT Design M 2.1.3 e OnDemand3D versione 1.0.

Gli assi vestibolare e linguale della corona clinica (FACC) sono stati identificati tridimensionalmente come linee passanti per le parti più prominenti delle superfici vestibolari e le loro proiezioni sulle superfici linguali. L'inclinazione del FACC lungo gli assi X e Y di un sistema di riferimento XYZ è stata utilizzata per misurare i movimenti vestibolo-linguali, mesio-distali e occluso-gengivali nei tre piani dello spazio [29].



Fig. 2 Foto cliniche dopo l'incollaggio; A Retainer CAD/CAM; B Retainer convenzionale in acciaio inossidabile

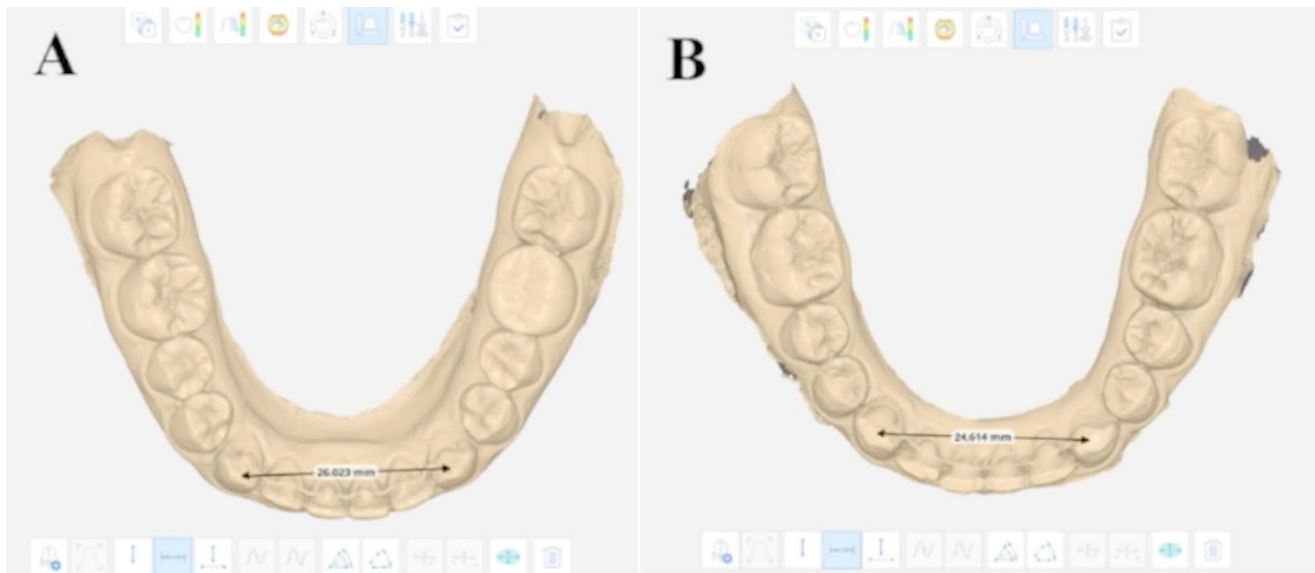


Fig. 3 Misura intercanina con Medit Link Design; A ICW a T0 nel gruppo CAD/CAM; B ICW a T0 nel gruppo convenzionale

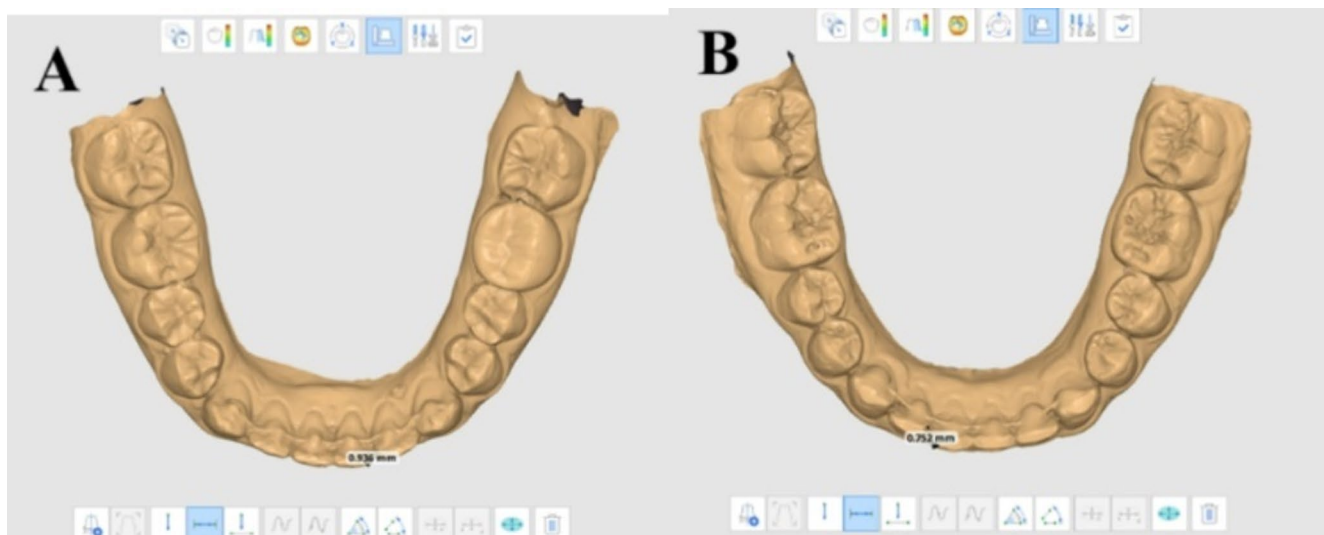


Fig. 4 Misura dell'indice di irregolarità con Medit Link Design; A LII a T1 nel gruppo CAD/CAM; B LII a T1 nel gruppo convenzionale

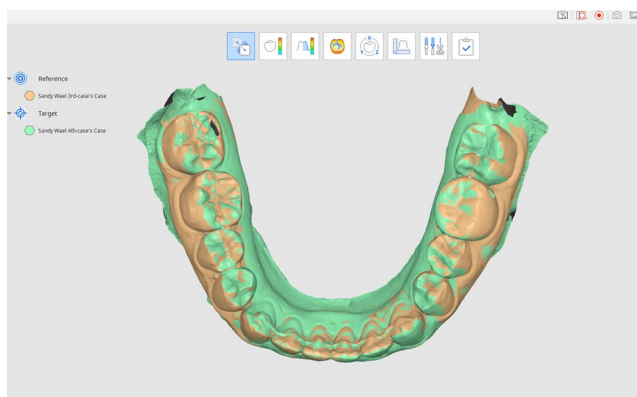


Fig. 5 Sovrapposizione dei modelli digitali

Valutazione delle misure lineari

Movimento vestibolo-linguale È stato valutato con una sezione trasversale di ogni dente sui file STL sovrapposti, misurando la distanza lineare dal punto di massima convessità del dente alla linea che ne rappresenta l'asse lungo, in vista prossimale (Fig. 6).

Movimento mesio-distale È stato registrato sottraendo la distanza lineare dall'angolo disto-vestibolo-incisale

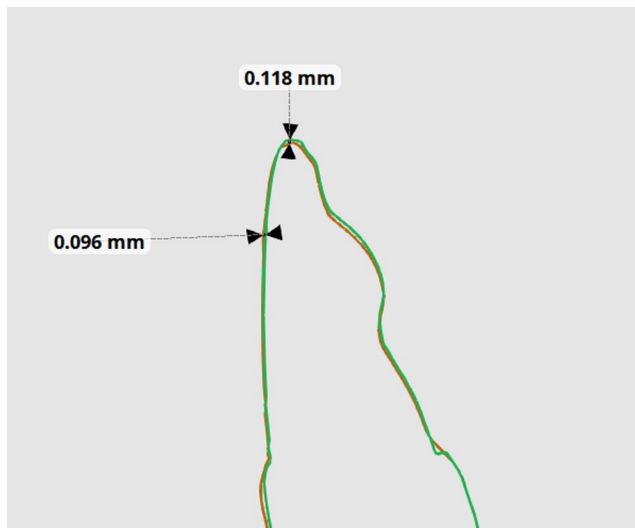


Fig. 6 Misure dei movimenti vestibolo-linguali e occluso-gengivali in vista prossimale (asse X)

alla linea che rappresenta l'asse lungo di ogni dente sull'asse Y (Fig. 7).

Movimento occluso-gengivale Questa variazione verticale è stata misurata sottraendo la distanza lineare tra le punte dei due margini incisali in una sezione trasversale di ogni dente sui file STL sovrapposti, lungo l'asse X (Fig. 6).

Valutazione delle misure angolari

La rotazione è stata calcolata misurando, per ogni file STL lungo l'asse Z, l'angolo tra la tangente al punto di massima convessità vestibolare di ogni dente e una linea che divide i due incisivi centrali inferiori sulla linea mediana dell'arcata (Fig. 7). I due angoli sono stati poi sottratti per determinare l'entità della rotazione di ogni dente [30]. Le differenze nelle misure lineari e angolari sono state analizzate mediante confronto statistico tra i gruppi.

Esito secondario

Valutazioni parodontali

Per ciascun gruppo sono stati registrati a T0, T3 e T6 indice gengivale (GI), indice di placca (PI), profondità di sondaggio (PD) [31] e sanguinamento al sondaggio (BOP). PI e GI sono stati valutati sulle superfici linguali di ogni dente con una sonda parodontale, secondo i punteggi di Löe [32]. La PD è stata misurata in mm con sonda parodontale in tre siti per dente (mesio-linguale, linguale e disto-linguale), come distanza dal margine gengivale alla parte più apicale del solco. Il BOP è stato esaminato e registrato come positivo (sanguinamento presente) o negativo (sanguinamento assente) [33]. Per l'analisi statistica è stata calcolata la media dei sei denti anteriori mandibolari.

Cecità

I pazienti erano all'oscuro dell'assegnazione ai gruppi; per la natura dell'intervento, l'operatore non poteva essere in cieco. Inoltre, non è stato possibile rendere cieco il valutatore degli esiti di stabilità (basati sui modelli digitali) e della valutazione clinica parodontale, a causa delle evidenti differenze tra i retainer.

Analisi statistica

L'analisi dei dati e la compilazione delle cartelle dei pazienti sono state eseguite dallo stesso operatore per ridurre i bias di osservazione e misurazione. I dati sono stati raccolti e inseriti nel programma SPSS (Statistical Package for Social Science), versione 25 [34], per l'analisi statistica. Il test di normalità di Kolmogorov-Smirnov non ha rilevato significatività nella distribuzione delle variabili. I dati sono stati descritti con media, deviazione standard e IC al 95%; le variabili categoriche con frequenza e percentuale. Due sottogruppi indipendenti con distribuzione normale sono stati confrontati mediante test t per campioni indipendenti [35]. Quando il test di Levene

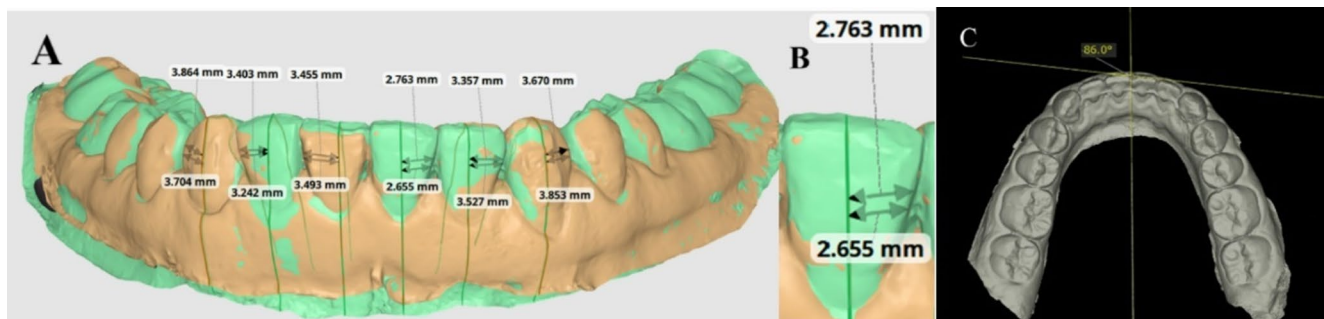


Fig. 7 Movimento mesio-distale e rotazionale; A Misura mesio-distale di ogni dente da 3 a 3 dopo sovrapposizione digitale; B Differenza mesio-distale in vista sezionata; C Angolo di rotazione in vista oclusale

Tabella 1 Distribuzione del campione per età e sesso

Variabile	CAD/CAM (n=18)	Convenzionale (n=18)	Test di significatività P
Età (anni)	19.890±2.030	21.280±3.880	$t_{(df=25,638)}=1.347$
· - Media±DS	18.880–20.900	19.350–23.210	$p=0.190$
· - IC 95% della media			
Sesso	8 (47.06%)	9 (52.94%)	$\chi^2_{(df=1)}=0.111$
- Uomini n (%)=17 (47.22%)	10 (52.63%)	9 (47.37%)	$p=0.738$
- Donne n (%)=19(52.78%)			

n: Numero di pazienti; S.D.: Deviazione standard; IC: Intervallo di confidenza; χ^2 : Chi quadrato di Pearson

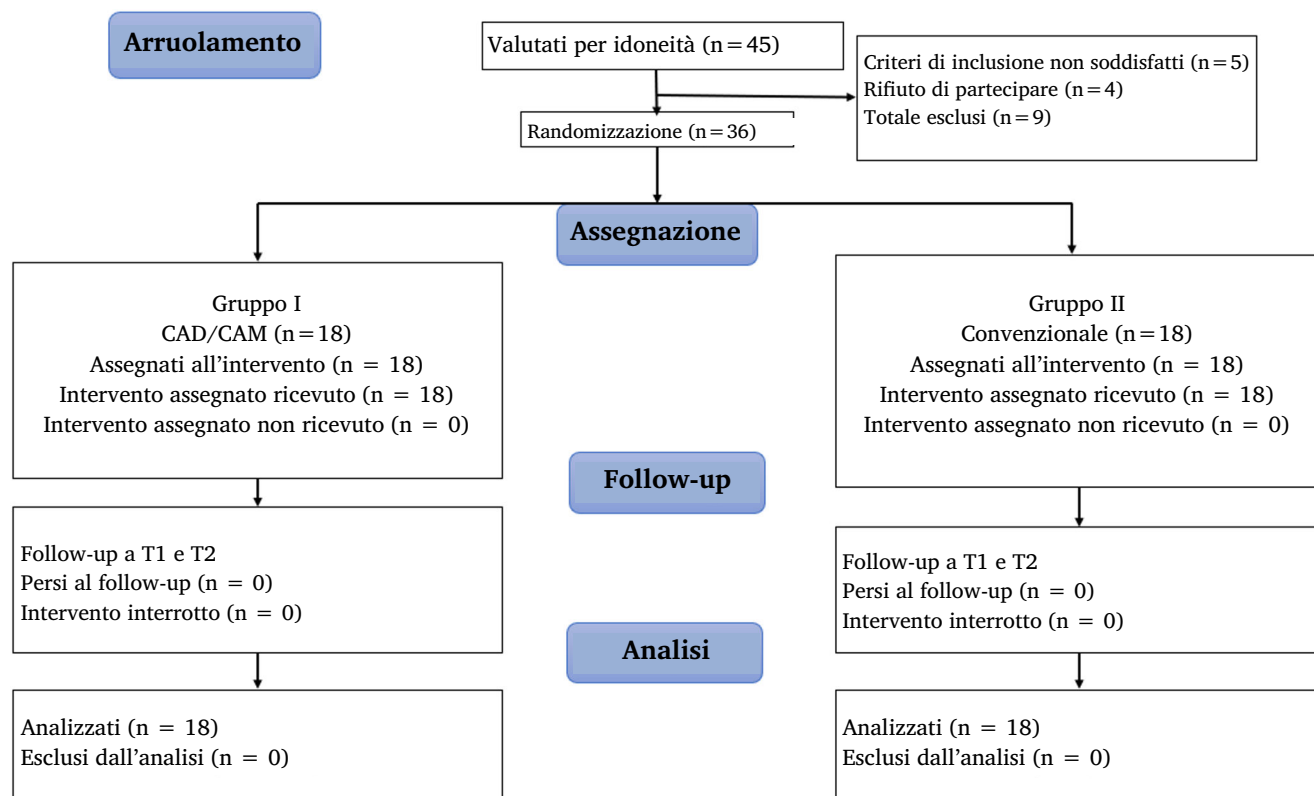


Fig. 8 Diagramma di flusso dei pazienti durante lo studio

per l'uguaglianza delle varianze era significativo, è stato usato il test t di Welch [36, 37]. Due sottogruppi dipendenti con distribuzione normale sono stati confrontati mediante test t per campioni appaiati [38]. Il test chi quadrato di Pearson è stato usato per verificare l'associazione tra variabili qualitative [39]. Il test Q di Cochran ha verificato se la proporzione della risposta binaria fosse uguale nei diversi intervalli temporali [40]. In caso di significatività del test Q, il confronto a coppie è stato effettuato con il metodo Dunn-Sidak [41]. I valori p sono stati corretti con la correzione di Bonferroni per confronti multipli [42]. È stata utilizzata l'analisi della varianza per misure ripetute [43]. Le ipotesi del modello erano soddisfatte, tranne il test di sfericità di Mauchly [44]; è stata quindi applicata la correzione di Greenhouse-Geisser [45]. La significatività statistica è stata verificata con $p < 0.05$ [46]. La variazione percentuale è stata calcolata come segue:

$$\text{Variazione percentuale (\%)} = \frac{\text{Misura (dopo)} - \text{Misura (prima)}}{\text{Misura (prima)}} \times 100$$

Risultati

I dati demografici di tutti i pazienti sono riportati nella Tabella 1. Sono stati valutati 45 soggetti per la partecipazione alla ricerca. Cinque non soddisfacevano i criteri di inclusione e quattro hanno rifiutato di partecipare. In totale, 36 soggetti sono stati quindi randomizzati in due gruppi uguali di 18. Età e sesso erano distribuiti omogeneamente nei gruppi (rispettivamente $p = 0.190$ e $p = 0.738$). Il percorso dei pazienti nello studio è mostrato nella Fig. 8.

Misure di stabilità

Le misure ICW e LII sono riportate nella Tabella 2. Non sono state osservate differenze statisticamente significative tra i gruppi a T0, T3 o T6 (rispettivamente $p = 0.769$, $p = 0.440$ e $p = 0.827$). È stata tuttavia rilevata una riduzione intragruppo significativa dell'ICW nel gruppo CAD/CAM durante il follow-up ($p = 0.004$). I risultati suggeriscono che, nei confronti tra gruppi, entrambi i retainer mantenevano in modo simile la larghezza dell'arcata e l'allineamento.

Il LII non mostrava differenze statisticamente significative tra i gruppi durante lo studio: a T0 $p = 0.123$, a T3 $p = 0.562$ e a T6 $p = 0.611$. La variazione media del LII nei tre momenti di valutazione all'interno di ciascun gruppo era invece statisticamente significativa in entrambi (rispettivamente $p = 0.049$ e $p = 0.003$). La variazione media del LII da T0 a T3 e da T3 a T6 non era significativa tra i gruppi. D'altra parte, l'entità media dell'irregolarità diminuiva nel gruppo CAD/CAM (0.040 ± 0.050) meno che in quello convenzionale

(0.120 ± 0.110), con valore p di 0.050 dopo 6 mesi di follow-up.

Le variazioni delle misure lineari e angolari sono riportate nella Tabella 3. Le variazioni vestibolo-linguali non erano significative a T3-T0 ($p = 0.181$) e T6-T0 ($p = 0.909$). Nel gruppo CAD/CAM si è invece osservata una riduzione significativa del movimento vestibolo-linguale da 0.130 a 0.078 mm in sei mesi ($p < 0.001$). Nel gruppo convenzionale, la riduzione da 0.106 a 0.080 durante i diversi periodi di follow-up non era significativa.

Per le misure mesio-distali, le variazioni non erano significative nei confronti tra gruppi e all'interno dei gruppi durante la valutazione, con valori p rispettivamente di (0.895 e 0.917) e (0.202 e 0.034).

Per il movimento occluso-gengivale, tutti i risultati erano non significativi, tranne le variazioni intragruppo, che mostravano una riduzione significativa nel gruppo CAD/CAM, con $p < 0.001$. I retainer CAD/CAM erano quindi in grado di mantenere la posizione dentale in tutte le direzioni.

Tabella 2 Indice di irregolarità e distanza intercanina nei due gruppi durante lo studio

Variabile			CAD/CAM ($n=18$)	Convenzionale ($n=18$)	valore p
Distanza intercanina (mm)					
T0	media $\pm$ DS		26.220 $\pm$ 1.420	26.090 $\pm$ 1.300	$t_{(df=34)} = 0.296$
	IC 95% media		25.520–26.930	25.440–26.740	$p = 0.769$
T3	media $\pm$ DS		26.070 $\pm$ 1.500	25.560 $\pm$ 1.400	$t_{(df=34)} = 0.781$
	IC 95% media		25.320–26.810	24.780–26.340	$p = 0.440$
T6	media $\pm$ DS		25.980 $\pm$ 1.530	25.860 $\pm$ 1.570	$t_{(df=34)} = 0.220$
	IC 95% media		25.210–26.740	25.080–26.640	$p = 0.827$
Test di significatività			$F_{(GG)(df=1,410)} = 8.518$	$F_{(df=2)} = 0.891$	
valore p			$p = 0.004^*$	$p = 0.419$	
T3-T0	media $\pm$ DS		-0.610 $\pm$ 0.950	-1.420 $\pm$ 4.010	$t_{(df=34)} = 0.831$
	IC 95% media		-1.080 - -0.130	-3.410 -0.580	$p = 0.412$
T6-T0	media $\pm$ DS		-0.960 $\pm$ 1.230	-0.750 $\pm$ 5.970	$t_{(df=34)} = 0.146$
	IC 95% media		-1.570 - -0.350	-3.72–2.220	$p = 0.885$
T6 -T3	media $\pm$ DS		-0.360 $\pm$ 0.670	0.640 $\pm$ 3.460	$t_{(df=34)} = 1.197$
	IC 95% media		-0.690 - -0.020	-1.080–2.360	$p = 0.240$
Irregolarità Indice (mm)					
T0	media $\pm$ DS		0.129 $\pm$ 0.138	0.070 $\pm$ 0.081	$t_{(W)(df=27,596)} = 1.591$
	IC 95% media		0.061–0.198	0.029–0.110	$p = 0.123$
T3	media $\pm$ DS		0.201 $\pm$ 0.116	0.225 $\pm$ 0.130	$t_{(df=34)} = 0.586$
	IC 95% media		0.143–0.259	0.161–0.290	$p = 0.562$
T6	media $\pm$ DS		0.165 $\pm$ 0.165	0.191 $\pm$ 0.129	$t_{(df=34)} = 0.514$
	IC 95% media		0.083–0.247	0.126–0.255	$p = 0.611$
Test di significatività			$F_{(GG)(df=1,235)} = 4.069$	$F_{(GG)(df=1,451)} = 8.504$	
valore p			$\eta_p^2 = 0.193$ $p = 0.049^*$	$\eta_p^2 = 0.333$ $p = 0.003^*$	
T3-T0	media $\pm$ DS		0.070 $\pm$ 0.120	0.160 $\pm$ 0.180	$t_{(df=34)} = 1.627$
	IC 95% media		0.010–0.130	0.070–0.250	$p = 0.113$
T6-T0	media $\pm$ DS		0.040 $\pm$ 0.050	0.120 $\pm$ 0.110	$t_{(W)(df=23,861)} = 3.053$
	IC 95% media		0.010–0.060	0.070–0.170	$p = 0.005^*$
T6 -T3	media $\pm$ DS		-0.040 $\pm$ 0.130	-0.003 $\pm$ 0.200	$t_{(W)(df=28,718)} = 0.022$
	IC 95% media		-0.100–0.030	-0.140–0.070	$p = 0.982$

n: Numero di pazienti; IC: Intervallo di confidenza; T0: Basale; T3: 3 mesi; T6: 6 mesi; df: Gradi di libertà; W: Test t di Welch; GG: Greenhouse-Geisser; η_p^2 : Eta quadrato parziale; *: Statisticamente significativo ($p < 0.05$)

Tabella 3 Misure lineari e angolari nei due gruppi durante lo studio

Varianza		CAD/CAM (n = 18)	Convenzionale (n = 18)	Test di significatività valore p
Vestibolo-linguale (mm)				
T3-T0	media ± DS	0.130 ± 0.102	0.106 ± 0.159	$t_{(df=214)} = 1.342$
T6-T0	IC 95% media	0.111–0.150	0.076–0.136	$p = 0.181$
	media ± DS	0.078 ± 0.075	0.080 ± 0.084	$t_{(df=214)} = 0.114$
	IC 95% media	0.064–0.093	0.064–0.095	$p = 0.909$
Test t appaiato valore p		$t_{(df=107)} = 5.840$ $p < 0.001^*$	$t_{(df=107)} = 1.606$ $p = 0.111$	
Mesio-distale (mm)				
T3-T0	media ± DS	0.208 ± 0.181	0.211 ± 0.193	$t_{(df=214)} = 0.132$
T6-T0	IC 95% media	0.174–0.242	0.175–0.248	$p = 0.895$
	media ± DS	0.242 ± 0.236	0.239 ± 0.258	$t_{(df=214)} = 0.105$
	IC 95% media	0.197–0.287	0.190–0.288	$p = 0.917$
Test t appaiato valore p		$t_{(df=107)} = 1.283$ $p = 0.202$	$t_{(df=107)} = 0.948$ $p = 0.0345$	
Occluso-gengivale (mm)				
T3-T0	media ± DS	0.153 ± 0.140	0.120 ± 0.247	$t_{(df=214)} = 1.205$
	IC 95% media	0.126–0.180	0.073–0.167	$p = 0.229$
T6-T0	media ± DS	0.087 ± 0.095	0.112 ± 0.248	$t_{(W)(df=138,104)} = 0.979$
	IC 95% media	0.069–0.105	0.065–0.159	$p = 0.329$
Test t appaiato valore p		$t_{(df=107)} = 4.315$ $p < 0.001^*$	$t_{(df=107)} = 0.248$ $p = 0.804$	
Angolo di rotazione (°)				
T3-T0	media ± DS	3.392 ± 2.495	4.585 ± 5.815	$t_{(W)(df=145,106)} = 3.842$
	IC 95% media	2.916–3.868	3.476–5.694	$p = 0.052$
T6-T0	media ± DS	3.115 ± 2.761	3.582 ± 2.298	$t_{(df=214)} = 1.353$
	IC 95% media	2.588–3.641	3.244–4.021	$p = 0.178$
Test t appaiato valore p		$t_{(df=107)} = 0.778$ $p = 0.438$	$t_{(df=107)} = 1.846$ $p = 0.068$	

n: Numero di pazienti; IC: Intervallo di confidenza; T0: Basale; T3: 3 mesi; T6: 6 mesi; W: Test t di Welch; df: Gradi di libertà; *: Statisticamente significativo ($p < 0.05$)

Tutte le misure rotazionali presentavano variazioni non significative tra i due retainer dopo 6 mesi.

Misure parodontali

Le misure parodontali sono riassunte nelle Tabelle 4 e 5. L'indice di placca (PI) non mostrava differenze statisticamente significative nei confronti tra gruppi o intragruppo da T0 a T6; la variazione restava non significativa durante l'intero follow-up.

L'indice gengivale (GI) mostrava una riduzione significativa nel gruppo CAD/CAM rispetto al convenzionale a T3 e T6 ($p = 0.001$). Sebbene le variazioni intragruppo non fossero statisticamente significative in nessuno dei due gruppi, la riduzione percentuale del GI da T0 a T6 era significativamente maggiore nel gruppo CAD/CAM ($p = 0.018$).

Le misure della profondità di sondaggio (PD) [31] mostravano una riduzione significativa nel gruppo CAD/CAM a T3 e T6 ($p < 0.001$). La PD media del gruppo CAD/CAM era significativamente inferiore a quella del convenzionale in tutti i momenti: T0 (2.253 ± 0.175 mm), T3 (1.840 ± 0.210 mm) e T6 (1.478 ± 0.285 mm), con $p < 0.001$ a sei mesi. Entrambi

i gruppi mostravano riduzioni intragruppo significative della PD nel tempo ($p < 0.001$).

I risultati del sanguinamento al sondaggio (BOP), nella Tabella 5, indicavano a T3 una percentuale significativamente maggiore nel gruppo convenzionale (48.15%) rispetto al CAD/CAM (25.93%; $p = 0.001$). Dopo sei mesi, il BOP diminuiva ulteriormente in modo significativo nel gruppo CAD/CAM (18.52%) rispetto a quello convenzionale (39.81%). Inoltre, continuava a diminuire nel gruppo CAD/CAM durante il follow-up ($p < 0.001$). Il confronto all'interno del gruppo CAD/CAM mostrava una riduzione significativa a sei mesi ($p = 0.001$) rispetto a tre mesi ($p = 0.073$). Tuttavia, la variazione percentuale tra T3 e T6 nel gruppo CAD/CAM non era significativa ($p = 0.498$).

Questi risultati suggeriscono che i retainer CAD/CAM possono contribuire a migliorare la salute parodontale, riducendo nel tempo infiammazione gengivale, profondità di sondaggio e sanguinamento al sondaggio, probabilmente grazie alla superficie più liscia e biocompatibile, che limita l'accumulo di placca e l'adesione batterica.

Tabella 4 Indice di placca, indice gengivale e profondità di sondaggio nei due gruppi durante lo studio

Varianza		CAD/CAM (<i>n</i> = 18)	Convenzionale (<i>n</i> = 18)	valore <i>p</i>
Indice di placca				
T0	media ± DS	0.194 ± 0.319	0.343 ± 0.350	$t_{(df=34)} = 1.340$
T3	IC 95% media	0.035–0.353	0.170–0.517	$p = 0.189$
	media ± DS	0.259 ± 0.414	0.231 ± 0.222	$t_{(df=34)} = 0.259$
	IC 95% media	0.154–0.365	0.151–0.312	$p = 0.800$
T6	media ± DS	0.307 ± 0.325	0.620 ± 0.707	$t_{(W)}(df=23.890) = 1.708$
	IC 95% media	0.194–0.418	0.476–0.972	$p = 0.101$
Test di significatività		$F_{(df=2)} = 0.594$	$F_{(GG)}(df=1.172) = 3.121$	
valore <i>p</i>		$p = 0.558$	$p = 0.087$	
T3-T0	media ± DS	-11.960 ± 126.360	-29.692 ± 66.458	$t_{(df=17)} = 0.406$
T6-T0	IC 95% media	-144.567–120.647	-69.852–10.468	$p = 0.689$
T6-T3	media ± DS	23.343 ± 118.870	-29.692 ± 66.458	$t_{(df=17)} = 0.142$
	IC 95% media	-100.582–147.268	-69.852–10.468	$p = 0.889$
	media ± DS	15.589 ± 122.941	53.408 ± 179.365	$t_{(df=18)} = 0.537$
	IC 95% media	-78.912–110.090	-67.091–173.908	$p = 0.598$
Indice gengivale				
T0	media ± DS	1.139 ± 1.000	1.343 ± 0.949	$t_{(df=1214)} = 1.536$
	IC 95% media	0.948–1.330	1.162–1.524	$p = 0.126$
T3	media ± DS	0.676 ± 0.795	1.102 ± 1.032	$t_{(W)}(df=200.971) = 3.398$
	IC 95% media	0.524–0.828	0.905–1.299	$p = 0.001^*$
T6	media ± DS	0.713 ± 0.832	1.259 ± 0.989	$t_{(df=214)} = 4.391$
	IC 95% media	0.554–0.872	1.071–1.448	$P < 0.001^*$
Test di significatività		$F_{(GG)}(df=1.882) = 1.625$	$F_{(GG)}(df=1.827) = 2.251$	
valore <i>p</i>		$p = 0.201$	$p = 0.113$	
T3-T0	media ± DS	-43.430 ± 38.060	-30.12 ± 63.460	$t_{(W)}(df=137.059) = 1.603$
	IC 95% media	-52.43 - -34.42	-43.98 - -16.26	$p = 0.111$
T6-T0	media ± DS	-44.840 ± 48.920	-21.29 ± 72.760	$t_{(W)}(df=144.353) = 2.385$
	IC 95% media	-56.42 - -33.26	-37.17 - -5.40	$p = 0.018^*$
T6-T3	media ± DS	-7.100 ± 66.400	-1.21 ± 79.790	$t_{(W)}(df=120.517) = 0.447$
	IC 95% media	-25.22–11.02	-20.38–17.96	$p = 0.656$
Profondità media di sondaggio (mm)				
T0	media ± DS	2.253 ± 0.175	2.299 ± 0.293	$t_{(W)}(df=175.093) = 1.393$
T3	IC 95% media	2.220–2.287	2.243–2.355	$p = 0.165$
T6	media ± DS	1.840 ± 0.210	2.001 ± 0.335	$t_{(W)}(df=179.975) = 4.229$
	IC 95% media	1.800–1.880	1.937–2.065	$p < 0.001^*$
	media ± DS	1.478 ± 0.285	1.802 ± 0.343	$t_{(df=214)} = 7.568$
	IC 95% media	1.423–1.532	1.737–1.868	$p < 0.001^*$
Test di significatività		$F_{(GG)}(df=1.482) = 792.987$	$F_{(GG)}(df=1.730) = 101.317$	
valore <i>p</i>		$p < 0.001^*$	$p < 0.001^*$	
T3-T0	media ± DS	-18.29 ± 7.070	-12.67 ± 12.440	$t_{(df=214)} = 4.078$
T6-T0	IC 95% media	-19.64 - -16.94	-15.05 - -10.30	$p < 0.001^*$
T6-T3	media ± DS	-34.46 ± 10.890	-20.67 ± 17.780	$t_{(W)}(df=177.401) = 6.872$
	IC 95% media	-36.54 - -32.38	-24.06 - -17.28	$p < 0.001^*$
	media ± DS	-19.99 ± 9.630	-8.52 ± 20.190	$t_{(W)}(df=153.311) = 5.328$
	IC 95% media	-21.83 - -18.15	-12.37 - -4.67	$p < 0.001^*$

n: Numero di pazienti; T0: Basale; T3: 3 mesi; T6: 6 mesi; IC: Intervallo di confidenza
W: Test di Welch; GG: Greenhouse-Geisser; *: Statisticamente significativo ($p < 0.05$)

Discussione

L'obiettivo di questo RCT era confrontare stabilità dell'allineamento dentale e salute parodontale tra retainer fissi CAD/CAM in Ti5 e retainer convenzionali standard in acciaio inossidabile.

La metodologia ha privilegiato la fresatura rispetto alla stampa 3D per realizzare il retainer, poiché la fresatura è un processo sottrattivo che ricava

il retainer da un blocco solido di materiale. Questo approccio assicura alta precisione, resistenza superiore e una superficie liscia e lucidata che limita l'accumulo di placca [16, 47].

Il presente studio ha osservato variazioni nel tempo della distanza intercanina (ICW) e dell'indice di irregolarità di Little (LII). La riduzione iniziale dell'ICW dopo tre mesi in entrambi i gruppi può riflettere l'assestamento naturale dei denti dopo la rimozione dell'apparecchio fisso, quando le forze occlusali iniziano a influenzare l'allineamento post-trattamento. Il lieve aumento della

Tabella 5 Sanguinamento al sondaggio nei due gruppi durante lo studio

Sanguinamento al sondaggio	CADCAM (n=108) %	Convenzionale (n=108) %	Test di significatività valore p
T0	67 (62.04%)	63 (58.33%)	$c^2_{(df=1)}=0.309$
· · · Negativo	41 (37.96%)	45 (41.67%)	$p=0.578$
T3	80 (74.07%)	56 (51.85%)	$c^2_{(df=1)}=11.435$
· · · Negativo	28 (25.93%)	52 (48.15%)	$p=0.001^*$
T6	88 (81.48%)	65 (60.19%)	$c^2_{(df=1)}=11.854$
· · · Negativo	20 (18.52%)	43 (39.81%)	$p=0.001^*$
· · · Positivo			
Test Q di Cochran.		$p=0.362$	
$p<0.001^*$			
valore p			
Confronto post hoc a coppie nel gruppo CAD/CAM			
	T0	T3	T6
T0		$p=0.073$	$p=0.001^*$
T3			$p=0.498$

n: numero di denti; T0: Basale; T3: 3 mesi; T6: 6 mesi. *Statisticamente significativo ($p<0.05$) c :Chi square

ICW nel gruppo convenzionale durante il follow-up potrebbe indicare una lieve recidiva o espansione dell'arcata, forse dovuta alla maggiore flessibilità trasversale dei retainer convenzionali. Analogamente, l'aumento iniziale del LII seguito da una riduzione indica una fase temporanea di lieve irregolarità dopo la rimozione dell'apparecchio, gradualmente stabilizzatasi con l'uso del retainer. Ciò è coerente con Renkema et al. [48], che non consideravano clinicamente significativo un aumento iniziale del LII inferiore a 1 mm. Entrambi i retainer hanno mantenuto efficacemente l'allineamento anteriore durante lo studio; quelli CAD/CAM in Ti5 possono però offrire un lieve vantaggio nella stabilità a lungo termine grazie all'adattamento preciso e alla rigidità, che verosimilmente aumentano la resistenza alle variazioni dimensionali trasversali e favoriscono un allineamento più stabile. Una revisione sistematica di Lambate et al. [49] ha rilevato differenze minime nello spostamento cumulativo degli incisivi e nelle variazioni vestibolari apicali tra vari retainer CAD/CAM e convenzionali. I CAD/CAM mostravano tuttavia un lieve vantaggio, non clinicamente significativo, nell'inclinazione degli incisivi inferiori e una modesta riduzione dell'indice di placca. Gli esiti dell'indice gengivale restavano comparabili, confermando la validità dei retainer CAD/CAM come alternativa ai convenzionali.

Un'altra revisione sistematica, di Bardideh et al. [50], ha analizzato sette RCT con 601 partecipanti. Nel breve termine (meno di sei mesi) non emergevano differenze significative nella distanza intercanina o nella lunghezza dell'arcata tra retainer mandibolari fissi CAD/CAM e convenzionali, in accordo con i nostri risultati; tuttavia,

i retainer in acciaio inossidabile monofilamento mostravano punteggi LII peggiori rispetto ai CAD/CAM in Ni-Ti a 3 e 6 mesi, mentre quelli multifilamento mostravano differenze solo a 6 mesi. I retainer CAD/CAM erano associati a un indice di placca inferiore rispetto ai tradizionali, ma senza differenze significative nell'indice gengivale.

Uno studio in vitro di Roser et al. [14] ha dimostrato che i retainer CAD/CAM e multifilamento differiscono nella capacità di limitare la mobilità dentale. I CAD/CAM in nichel-titanio e Ti5 consentivano una maggiore mobilità rispetto ai multifilamento. Al contrario, i CAD/CAM in polietereeterchetone, zirconia (ZrO_2) e cobalto-cromo (CoCr) limitavano significativamente di più il movimento dentale [14]. Inoltre, i retainer Twistflex restano il riferimento per la durata a lungo termine; il Ti5 CAD/CAM era l'unico materiale a resistere all'invecchiamento senza cedimenti, con capacità di carico comparabile ai Twistflex. I retainer CAD/CAM in Ti5 possono quindi rappresentare un'alternativa adatta. Attribuiamo questi risultati all'adattamento preciso ai denti e alla superficie più liscia.

Il risultato relativo al retainer convenzionale contrasta con quello di Gunay e Oz [51], che hanno riferito un aumento dell'irregolarità mandibolare sia con filo di acciaio inossidabile a 6 filamenti da 0.0175 pollici sia con filo coassiale completamente ricotto da 0.0195 pollici. Anche Shim et al. [9] hanno osservato maggiore irregolarità degli incisivi con i fili convenzionali Ortho-FlexTech in acciaio inossidabile rispetto ai retainer CAD/CAM. Questa variabilità può dipendere dalle diverse tecniche e dai tipi di filo, che possono influenzare gli esiti. Gera et al. [52] non hanno rilevato differenze significative nelle dimensioni dell'arcata confrontando retainer CAD/CAM in nitinol e tradizionali retainer fissi in acciaio inossidabile a sei filamenti da 0.0215 pollici. Shaughnessy et al. [53] hanno inoltre evidenziato che i fili flessibili spiralati multifilamento possono contribuire a questi movimenti, suggerendo che un retainer fisso CAD/CAM completamente passivo possa essere meno incline a causarli.

I risultati non mostravano differenze significative tra i gruppi nelle variazioni lineari e rotazionali durante i sei mesi. I risultati comparabili sul malposizionamento dei singoli denti possono indicare l'efficacia di entrambi i retainer nel mantenere la stabilità dentale; il retainer CAD/CAM in Ti5 offriva però il vantaggio aggiuntivo di un effetto favorevole sulla salute parodontale rispetto ai convenzionali. I risultati suggeriscono che i retainer CAD/CAM possono migliorare la salute parodontale, riducendo nel tempo infiammazione gengivale, profondità di sondaggio e sanguinamento al sondaggio, probabilmente grazie alla superficie più liscia e biocompatibile, che limita l'accumulo di placca e l'adesione

batterica. Ciò è coerente con Kartal et al. [33], che hanno riportato esiti parodontali simili tra retainer CAD/CAM in nichel-titanio Memotain® e retainer convenzionali a cinque filamenti modellati manualmente. Inoltre, Knaup et al. [54] hanno rilevato, nei pazienti con retainer CAD/CAM in nitinol, indici di placca, gengivali e infiammatori significativamente inferiori e minore formazione di biofilm rispetto ai Twistflex. Il Ti5 è noto per la biocompatibilità, riflessa nei risultati del presente studio da alcuni vantaggi nella salute parodontale. Questo effetto promettente potrebbe dipendere dall'adattamento preciso dei retainer, che non lascia spazio all'accumulo di cibo, oltre che dalle proprietà inerti e biocompatibili del materiale.

Al contrario, alcuni studi hanno associato i retainer linguali fissi a maggiore accumulo di placca e infiammazione gengivale. Wagner et al. [55] e Levin et al. [56] hanno riferito un'associazione con maggiore recessione gengivale, ritenzione di placca e sanguinamento al sondaggio. Anche Chapple [57] ha rilevato un collegamento con lo sviluppo di malattia parodontale e perdita di attacco. Questi effetti sono probabilmente dovuti alla tendenza dei retainer multifilamento a favorire il biofilm. Ciò è coerente con altri studi [2, 58], che hanno riportato aumenti della profondità di sondaggio, della tendenza al sanguinamento e dell'irritazione tissutale associati ai retainer fissi.

Tutti i risultati riportati indicano vantaggi dei retainer CAD/CAM in Ti5 per progettazione e materiale; durata e tassi di cedimento possono variare in base a tecnica di incollaggio, progetto del retainer e caratteristiche individuali. La tecnologia CAD/CAM consente di realizzare retainer precisi e personalizzati, assicurando un adattamento ottimale, riducendo l'errore umano e mantenendo una qualità costante. Le superfici lisce e lucidate limitano inoltre l'accumulo di biofilm, migliorano l'igiene orale e favoriscono la salute parodontale. Sono anche efficaci nel preservare la posizione dentale in più direzioni, offrendo una maggiore stabilità dell'allineamento.

Le prove emergenti sostengono il potenziale dei retainer privi di metallo con diversi protocolli di incollaggio. Scribante et al. [59] hanno mostrato risultati promettenti. Le ricerche future dovrebbero confrontare queste opzioni con i retainer metallici CAD/CAM in Ti5, usando protocolli convenzionali di incollaggio, per valutarne l'efficacia clinica a lungo termine.

Limiti

La cecità dei pazienti ha contribuito a ridurre il bias e a chiarire il rapporto tra intervento ed esiti. Tuttavia, l'assenza di cecità dell'operatore può aver

introdotto un potenziale bias nella valutazione. Inoltre, il breve periodo di osservazione limita la possibilità di valutare l'efficacia della contenzione a lungo termine, la stabilità dell'allineamento e l'effetto dei retainer CAD/CAM sulla salute parodontale.

Studi futuri a lungo termine potranno fornire indicazioni più complete. Anche l'inclusione di casi con e senza estrazioni rappresenta un limite, poiché la stabilità può differire tra questi gruppi.

Inoltre, il rapporto costo-efficacia dei retainer CAD/CAM e convenzionali non è stato valutabile, a causa della piccola numerosità campionaria e del breve periodo di osservazione. Le differenze nei tempi clinici di applicazione possono influire anche sui costi complessivi.

Infine, la mancanza di studi clinici che confrontino direttamente i retainer CAD/CAM con altri metodi di contenzione evidenzia la necessità di ulteriori ricerche. Campioni più ampi e follow-up più lunghi saranno essenziali per confermare benefici e limiti a lungo termine dei retainer CAD/CAM.

Conclusioni

Considerando il periodo di osservazione relativamente breve di sei mesi, i risultati consentono le seguenti conclusioni:

1. Sia i retainer CAD/CAM in Ti5 sia quelli convenzionali in acciaio inossidabile mantengono efficacemente la distanza intercanina.
2. I retainer CAD/CAM in Ti5 mantengono la posizione dentale nelle tre dimensioni.
3. I retainer CAD/CAM in Ti5 mostrano una tendenza a un minore deterioramento del parodonto.

Ringraziamenti Gli autori ringraziano tutti i partecipanti per il tempo e l'impegno dedicati allo studio. Apprezzano inoltre il contributo del personale di ricerca e degli statistici, che hanno garantito una raccolta e un'analisi accurate dei dati.

Contributi degli autori N.E. ha svolto il lavoro pratico, scritto il manoscritto e revisionato le statistiche. W.M. ha discusso le fasi pratiche e revisionato il manoscritto. M.T. ha discusso le fasi pratiche e revisionato il manoscritto.

Finanziamento Il finanziamento per l'accesso aperto è stato fornito da The Science, Technology & Innovation Funding Authority (STDF), in collaborazione con The Egyptian Knowledge Bank (EKB).

Disponibilità dei dati I dataset analizzati nella presente ricerca sono disponibili su synapse.org, con il titolo: Fixed retainers, <https://doi.org/10.7303/syn64829606>.

Dichiarazioni

Approvazione etica e consenso alla partecipazione La ricerca è stata approvata dal comitato di revisione istituzionale della Facoltà di Odontoiatria dell'Università di Alessandria (IRB:00010556-IOrg:0008839). È stato ottenuto il consenso informato di tutti i soggetti.

Consenso alla pubblicazione Non applicabile.

Conflitti di interesse Gli autori dichiarano di non avere conflitti di interesse.

Accesso aperto Questo articolo è distribuito con licenza Creative Commons Attribution 4.0 International, che consente uso, condivisione, adattamento, distribuzione e riproduzione con qualsiasi mezzo o formato, purché si attribuisca adeguato credito agli autori originali e alla fonte, si fornisca un collegamento alla licenza Creative Commons e si indichino le modifiche apportate. Immagini e altri materiali di terzi sono inclusi nella licenza Creative Commons dell'articolo, salvo diversa indicazione nella relativa attribuzione. Se un materiale non è incluso nella licenza e l'uso previsto non è consentito dalla legge o supera quello autorizzato, occorre ottenere il permesso direttamente dal titolare dei diritti. Per consultare la licenza: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. Modifica apportata: traduzione italiana del testo originale.

Bibliografia

- de Bernabé PG, Montiel-Company JM, Paredes-Gallardo V, Gandía-Franco JL, Bellot-Arcís C (2017) Predittori della stabilità del trattamento ortodontico: studio longitudinale retrospettivo. *Angle Orthod* 87(2):223-229
- Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR, Worthington HV (2016) Procedure di contenzione per stabilizzare la posizione dentale dopo il trattamento con apparecchi ortodontici. *Cochrane Database Syst Rev* 2016(1):Cd002283
- Littlewood SJ, Kandasamy S, Huang G (2017) Contenzione e recidiva nella pratica clinica. *Aust Dent J* 62(Suppl 1):51-57
- Taner T, Aksu M (2011) Valutazione clinica prospettica della sopravvivenza dei retainer linguali mandibolari. *Eur J Orthod*:1-5
- Kartal Y (2019) Retainer ortodontici fissi: una revisione. *Turk J Orthod* 32(2):110-114
- Jelešković A, Redzepagic Vrazalica L, Dzemidzic V, Tiro A, Nakas E (2020) Scelta del metodo di contenzione dopo un trattamento ortodontico: revisione narrativa. *South Eur J Orthod Dentofac Res* 7:16-21
- Breuning KH, Kau CH Pianificazione digitale e trattamento ortodontico personalizzato. Wiley; 2017(24 aprile).
- Doldo T, Di vece L, Cagidiaco EF, Nuti N, Parrini S, Carboncini F et al (2018) Una nuova generazione di retainer ortodontici con tecnologia di stampa 3D: descrizione di due casi. *J Osseointegr* 10(4):142-148
- Shim H, Foley P, Bankhead B, Kim KB (2022) Valutazione comparativa di recidiva e cedimento tra retainer fissi CAD/CAM e standard in acciaio inossidabile nei pazienti in contenzione ortodontica: studio randomizzato controllato. *Angle Orthod* 92(1):87-94
- Abdullah AO, Muhammed FK, Zheng B (2018) Panoramica della progettazione e produzione assistite da computer (CAD/CAM) in odontoiatria restaurativa. *J Dent Mater Techniques*:7
- Gosavi S, Gosavi S, Alla RK (2013) Titanio: un metallo miracoloso in odontoiatria. *Trends Biomater Artif Organs*:27
- Morais LS, Serra GG, Muller CA, Andrade LR, and PE, Elias CN ea. Mini-impianti in lega di titanio per l'ancoraggio ortodontico: carico immediato e rilascio di ioni metallici. *Acta Biomater*.2007;;3(3):331-9.
- Petrinov V (2023) EFFICACIA CLINICA DEI RETAINER CAD/CAM IN TITANIO DAL PUNTO DI VISTA BIOCHIMICO. *J IMAB - Annual Proceeding (Scientific Papers)* 29:4820-4825
- Roser CJ, Rues S, Erber R, Hodecker L, Lux CJ, Bauer CA (2024) Limitazione della mobilità dentale con retainer multifilamento e CAD/CAM: studio in vitro. *Eur J Orthod*:46
- Jain R, Takkar R, Jain G, Takkar R, Deora N, Jain R (2016) CAD/CAM, il futuro dell'odontoiatria digitale: una revisione. *Ann Prosthodont Restor Dent* 2:33-36
- Cui FP, Park JJ, Kim SH (2024) Accuratezza dei retainer linguali fissi realizzati con una macchina piegatrice CAD/CAM. *Korean J Orthod* 54(4):257-263
- Wolf M, Schumacher P, Jager F, Wego J, Fritz U, Korbmacher-Steiner H et al (2015) Nuovo retainer linguale creato con tecnologia CAD/CAM. Valutazione dell'accuratezza di posizionamento. *J Orofac Orthop* 76(2):164-174
- Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A (2007) G*Power 3: programma flessibile di analisi della potenza statistica per le scienze sociali, comportamentali e biomediche. *Behav Res Methods* 39(2):175-191
- Charan J (2013) Come calcolare la numerosità campionaria per diversi disegni di studio nella ricerca medica? *Indian J Psychol Med* 35(2):121-126
- Walters SJ, Jacques RM, dos Henriques-Cadby A, Candlish IB, Totton J, Xian N (2019) Stima della numerosità campionaria per studi randomizzati controllati con valutazione ripetuta degli esiti riferiti dai pazienti: quale correlazione assumere tra esiti basali e di follow-up? *Trials* 20(1):566
- Greene JG, Vermillion JR (1964) L'indice semplificato di igiene orale. *J Am Dent Assoc* 68(1):7-13
- Tessier P (1976) Classificazione anatomica delle schisi facciali, craniofacciali e laterofacciali. *J Maxillofac Surg* 4(2):69-92
- Saghaei M (2004) Software di assegnazione casuale per studi randomizzati a gruppi paralleli. *BMC Med Res Methodol* 4(26):1-6
- Clark L, Fairhurst C, Torgerson DJ (2016) Occultamento dell'assegnazione negli studi randomizzati controllati: stiamo migliorando? *BMJ* 355:i5663
- Abduo J, Lyons K, Bennamoun M (2014) Tendenze nella produzione assistita da computer in protesi dentale: revisione dei sistemi disponibili. *Int J Dent* 2014(1):783948
- Neshta A, Kryvoruchko D, Hatala M, Ivanov V, Botko F, Radchenko S et al (2018) Garanzia tecnologica della lavorazione ad alta efficienza di filettature interne a fune su fresatrici CNC. *J Manuf Sci Eng*:140(7)
- Little RM (1975) L'indice di irregolarità: punteggio quantitativo dell'allineamento anteriore mandibolare. *AmJOrthod* 68(5):554-563
- Ioshida M, Muñoz BA, Rios H, Cevidanes L, Aristizabal JF, Rey D et al (2019) Accuratezza e affidabilità della registrazione di modelli digitali mandibolari usando la giunzione mucogengivale come riferimento. *Oral Surg Oral Med Oral Radiol* 127(4):351-360
- Huanca Ghislanzoni LT, Lineberger M, Cevidanes LH, Mapelli A, Sforza C, McNamara JA (2013) Jr. Valutazione di tip e torque su modelli di studio virtuali: studio di validazione. *Prog Orthod* 14:19
- Al-Jasser R, Al-Subaie M, Al-Jasser N, Al-Rasheed A (2020) Recidiva rotazionale dei denti anteriori dopo trattamento ortodontico e fibrotomia circonferenziale sopracrestale. *Saudi Dent J*. (32):293-299
- Lang NP, Suvan JE, Tonetti MS (2015) Strumenti di valutazione dei fattori di rischio per prevenire la progressione della parodontite: revisione sistematica. *J Clin Periodontol* 42:S59-S70
- Löe H (1967) Sistemi dell'indice gengivale, dell'indice di placca e dell'indice di ritenzione. *J Periodontol* 38(6):Suppl610-Suppl616

33. Kartal Y, Kaya B, Polat-Özsoy Ö (2021) Valutazione comparativa degli effetti parodontali e dei tassi di sopravvivenza di retainer Memotain e incollati a cinque filamenti: studio prospettico a breve termine. *J Orofac Orthop* 82(1):32-41
34. IBM Corp (2017) IBM SPSS Statistics per Windows, versione 25.0. IBM Corp.; Pubblicato, Armonk, NY
35. Box JF, Guinness (1987) Gosset, Fisher e i piccoli campioni. *Stat Sci.*:45-52
36. Welch BL (1947) Generalizzazione del problema di Student quando sono coinvolte varianze di diverse popolazioni. *Biometrika* 34(1/2):28-35
37. Ruxton GD (2006) Il test t per varianze disuguali è un'alternativa poco utilizzata al test t di Student e al test U di Mann-Whitney. *Behav Ecol* 17(4):688-690
38. Ross A, Willson VL, Test t per campioni appaiati (2017) In: Ross A, Willson VL (a cura di) Test statistici di base e avanzati: scrivere le sezioni dei risultati e creare tabelle e figure. Sense, Rotterdam, pp 17-19
39. Pearson KX (1900) Sul criterio per cui un dato sistema di deviazioni dai valori probabili, in un sistema di variabili correlate, può ragionevolmente essere considerato derivante da un campionamento casuale. *The london, edinburgh, and Dublin philosophical magazine and. J Sci* 50(302):157-175
40. Cochran WG (1950) Confronto delle percentuali in campioni appaiati. *Biometrika* 37(3/4):256-266
41. Dunn OJ (1964) Confronti multipli mediante somme dei ranghi. *Technometrics* 6(3):241-252
42. Bonferroni CE (1936) Teoria statistica delle classi e calcolo delle probabilità. Libreria internazionale Seeber
43. Gueorguieva R, Krystal JH (2004) Oltre l'ANOVA: progressi nell'analisi dei dati a misure ripetute e loro riflesso negli articoli pubblicati negli Archives of General Psychiatry. *Arch Gen Psychiatry* 61(3):310-317
44. Mauchly JW (1940) Test di significatività della sfericità di una distribuzione normale a n variabili. *Ann Math Stat* 11(2):204-209
45. Greenhouse SW, Geisser S (1959) Sui metodi di analisi dei dati di profilo. *Psychometrika* 24(2):95-112
46. Curran-Everett D (2020) Evoluzione nella statistica: valori P, significatività statistica, kayak e alberi che camminano. American Physiological Society Bethesda, MD, pp 221-224
47. Herpel C, Tasaka A, Higuchi S, Finke D, Kühle R, Odaka K, Rues S, Lux CJ, Yamashita S, Rammelsberg P, Schwindling FS (2021) Accuratezza della stampa 3D rispetto alla fresatura: analisi multicentrica delle protesi di prova. *J Dent* 110:103-118
48. Renkema AM, Al-Assad S, Bronkhorst E, Weindel S, Katsaros C, Lisson JA (2008) Efficacia dei retainer linguali incollati ai canini nel prevenire la recidiva degli incisivi mandibolari. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 134(2):179e1-179e8
49. Lambate V, Priya, Manimegalan M, Gunasekaran, Arul, Prakashkaveri, Shekhar K (2024) Asarsa and sharath, kasturi. Confronto tra retainer Memotain e retainer fissi convenzionali: articolo di revisione sistematica. *Intern JOrthod Rehabit* 15(4):22-32
50. Bardideh E, Ghorbani M, Shafae H, Saeedi P, Younessian F (2023) Confronto tra retainer fissi CAD/CAM e convenzionali nei pazienti ortodontici: revisione sistematica e metanalisi a rete. *Eur J Orthod* 45(5):545-557
51. Gunay F, Oz AA (2018) Efficacia clinica di due fili di contenzione ortodontica nell'arcata mandibolare. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 153(2):232-238
52. Gera A, Pullisaar H, Cattaneo PM, Gera S, Vandeyska-Radunovic V, Cornelis MA (2023) Stabilità, sopravvivenza e soddisfazione dei pazienti con retainer fissi CAD/CAM rispetto ai convenzionali multifilamento: follow-up a 6 mesi di uno studio clinico randomizzato controllato bicentrico. *Eur J Orthod* 45(1):58-67
53. Shaughnessy TG, Proffit WR, Samara SA (2016) Movimento dentale involontario con retainer linguali fissi. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 149(2):277-286
54. Knaup I, Wagner Y, Wego J, Fritz U, Jäger A, Wolf M (2019) Potenziale impatto dei retainer linguali sulla salute orale: confronto tra retainer Twistflex convenzionali e in nitinol prodotti con CAD/CAM. Indagine clinica in vitro e in vivo. *J Orofac Orthop* 80(2):88-96
55. Wagner KY, Wego J, Fritz U (2019) Wolf1 AJM. Potenziale impatto dei retainer linguali sulla salute orale: confronto tra retainer Twistflex convenzionali e in nitinol prodotti con CAD/CAM. Impatto dei retainer linguali sulla salute orale
56. Levin L, Samorodnitzky-Naveh GR, Machtei EE (2008) Associazione del trattamento ortodontico e dei retainer fissi con la salute gengivale. *J Clin Periodontol* 79(11):2087-2092
57. Chapple ILC, Mealey BL, Van Dyke TE, Bartold PM, Dommisch H, Eickholz P et al (2018) Salute parodontale, malattie e condizioni gengivali nel parodonto integro e ridotto: rapporto di consenso del gruppo di lavoro 1 del workshop mondiale 2017 sulla classificazione delle malattie e condizioni parodontali e peri-implantari. *J Periodontol* 89(Suppl 1):S74-s84
58. Dietrich P, Patcas R, Pandis N, Eliades T (2015) Follow-up a lungo termine della contenzione fissa mascellare: tasso di sopravvivenza e salute parodontale. *Eur J Orthod* 37(1):37-42
59. Scribante A, Sfondrini MF, Broggin S, D'Allocco M, Gandini P (2011) Efficacia dei retainer estetici: confronto clinico tra fili multifilamento e splint in composito rinforzato con fibra di vetro a incollaggio diretto. *Int J Dent* 2011:548356

Nota dell'editore Springer Nature rimane neutrale rispetto alle rivendicazioni giurisdizionali nelle mappe pubblicate e nelle affiliazioni istituzionali.