

Inserzione guidata di miniviti ortodontiche: il sistema di pianificazione "REPLICA"

Giuseppe Perinetti - odontoiatra, Pescara, Italia; **Paolo Tonini** - odontotecnico, Udine, Italia; **Alex Bruno** - odontotecnico, Udine, Italia.

In questo articolo viene descritto un nuovo sistema di pianificazione di inserzione delle miniviti palatali per uso ortodontico definito "REPLICA".

Tale sistema presenta flessibilità di utilizzo dove sistematiche di ogni azienda possono essere introdotte. Vengono riportati due casi clinici di seconda Classe dentale e canini in inclusione palatale che ne mostrano le applicazioni sia cliniche che di laboratorio.

Giuseppe Perinetti

Laureato con Lode all'Università di Chieti, ha conseguito il Dottorato di Ricerca della Open University (UK) e successivamente si è specializzato con Lode in Ortognatodonzia presso l'Università di Trieste. Ha conseguito il Premio Nazionale della Società Italiana di Ortodonzia e l'Orthodontic Award della Croatian Society of Orthodontics, pubblicando oltre 120 articoli su riviste internazionali. Si occupa esclusivamente di ortodonzia.



Paolo Tonini

Maturità professionale ottenuta nel 1978. Dal 1998 è titolare di Ortotec, laboratorio ad elevata specializzazione ortodontica. In questi ultimi anni si è occupato di digitalizzazione in odontotecnica in particolar modo per i dispositivi ad ancoraggio scheletrico. Docente presso l'Università di Trieste e autore di pubblicazioni su riviste del settore.



Alex Bruno

Maturità professionale ottenuta nel 1990. Dal 1998 è titolare di Ortotec, laboratorio ad elevata specializzazione ortodontica. In questi ultimi anni si è occupato in particolare modo di progettazione, produzione e divulgazione dei dispositivi medici su misura ad ancoraggio scheletrico. Docente presso l'Università di Trieste e autore di pubblicazioni su riviste del settore.



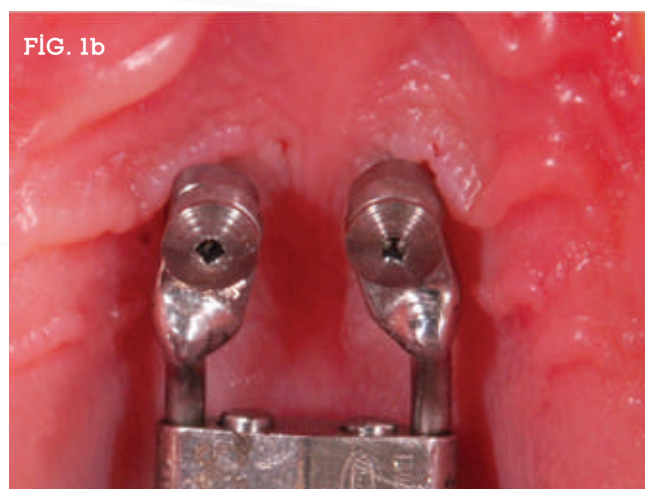
Introduzione

L'ancoraggio palatale sta diventando una tecnica sempre più diffusa in ortodonzia. Tale procedura consente di avere un ancoraggio pressoché totale per le distalizzazioni^{1, 2} o mesializzazioni³ aumentando di molto l'efficienza delle terapie. Tale procedura consente per la prima volta anche un'espansione ortopedica del mascellare in soggetti post-puberali⁴, dove dispositivi tradizionali non sono efficaci⁵. Infine, recenti evidenze⁶ dimostrano come anche le terapie ortopediche di terza Classe in soggetti pre-puberali o puberali possono essere rese più efficienti se includenti l'ancoraggio palatale.

Pur essendo ancora molto recente, numerosi vantaggi hanno portato la tecnica di ancoraggio palatale ad essere in rapida crescita nel campo ortodontico⁷. A differenza dell'ancoraggio vestibolare, quello palatale ha il vantaggio di non interferire con il movimento dei denti (non essendo le miniviti inserite tra le radici), mentre il palato offre un'ampia zona con osso abbondante e priva di strutture vascolari e nervose di rilievo (a parte l'arteria naso-palatina)⁸⁻¹⁰. Il torque di inserzione delle miniviti palatali è stato riportato tra 10 e 24 N•cm^{11, 12} con una percentuale di fallimento, intesa come perdita delle miniviti, in genere inferiore al 5%¹³.

Le miniviti palatali possono essere inserite

con o senza una pianificazione pre-operatoria (inserzione guidata e manuale, rispettivamente). La procedura guidata in ancoraggio palatale sta diventando routine, anche se non ci sono ancora molti studi che ne abbiano verificato aspetti importanti come la maggiore stabilità delle miniviti, accuratezza del posizionamento e riduzione di effetti collaterali (perforazioni in cavità nasale, seno mascellare o canale retroincisale)¹⁴⁻¹⁶. Sicuramente la procedura di inserzione guidata rende la seduta più agevole e soprattutto riduce i tempi alla poltrona. Ad esempio, un'inserzione manuale delle miniviti può comportare un notevole disparallelismo tra le due miniviti rendendo complesso il montaggio del dispositivo (Fig. 1a). Al contrario, una procedura di inserzione guidata porta a miniviti molto parallele tra loro riducendo i sottosquadri e quindi rendendo agevole il montaggio del dispositivo (Fig. 1b). Tale considerazione è particolarmente importante nel caso di dispositivi ancorati su 4 miniviti. Infine, sebbene la zona anteriore del palato sia stata descritta come quella con abbondante osso disponibile per ancoraggio, è anche stato riportato come esista una notevole variabilità anatomica individuale, che rende i reperi palatali (come la terza ruga palatina¹⁰) non sempre affidabili^{8,9}. Casi complessi con denti inclusi costituiscono un'ulteriore necessità di pianificazione pre-operatoria.



Figg. 1a, 1b - Esempi di inserzione delle miniviti palatali. a) Inserzione manuale, notare il disparallelismo delle miniviti; b) Inserzione guidata da pianificazione preoperatoria, notare il parallelismo delle miniviti.

Al momento esistono poche sistematiche per cui è stata codificata una procedura digitale di pianificazione di inserzione delle miniviti e relativa realizzazione della dima¹⁷. Di interesse sono software implantologici certificati (con librerie "aperte") che consentono una pianificazione con relativa progettazione virtuale della dima (Blue Sky Plan o altri ancora). In genere questi software con librerie aperte comportano un costo per l'esportazione dei file, mentre il software stesso è gratuito. Tuttavia, essendo stati concepiti per l'implantologia non prevedono una pianificazione a partire da una teleradiografia del cranio in proiezione latero-laterale, come accade molto comunemente in ortodonzia¹⁶, mentre l'esportazione di un modello con i fori per gli analoghi (nel caso si volesse seguire un protocollo

one-visit) non è prevista oppure comporta ulteriori costi di esportazione. In questo articolo viene descritto un nuovo sistema dedicato alla pianificazione di inserzione delle miniviti ortodontiche definito come sistema "REPLICA" insieme a due casi clinici che ne mostrano le applicazioni sia cliniche che di laboratorio.

Il sistema "REPLICA"

Il Sistema REPLICA si basa su software certificati di Classe IIa che sono Viewbox (dHAL Software, Kifisia, Greece) e Appliance DesignerTM (3Shape A/S, Copenhagen, Danimarca) le cui funzioni vengono integrate per ottenere un sistema versatile in grado di pianificare inserzione di miniviti di ogni provenienza, con radiogra-

fie sia da cone beam computed tomography (CBCT) che da teleradiografia del cranio in proiezione latero-laterale. Il sistema è primariamente concepito per protocolli one-visit e utilizza al massimo le potenzialità del digitale, riducendo al minimo le fasi di lavorazione manuale e il tempo alla poltrona.

Dal punto di vista operativo, viene eseguito il matching tra la radiografia (bidimensionale o tridimensionale) e il modello delle arcate dentarie (derivato da scansione intra-orale o su modello) (Figg. 2a-2c).

Una volta eseguito il matching vengono posizionate le miniviti in base alla disponibilità di osso e tipologia di dispositivo. In caso di radiografia tridimensionale vengono evidenziati i tagli ortogonali (Figg. 3a,3b).

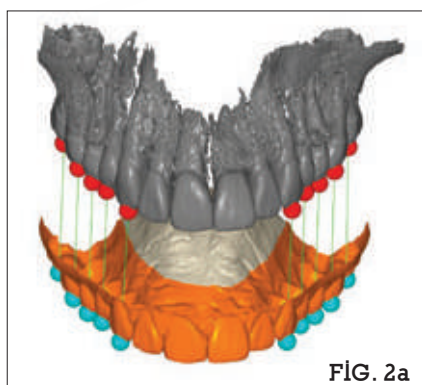


FIG. 2a

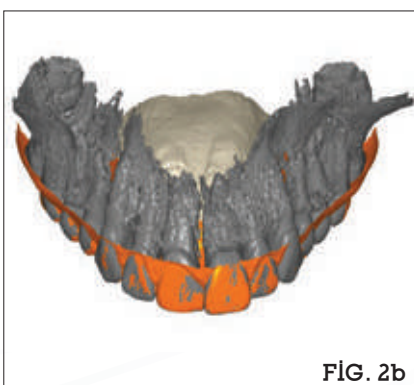


FIG. 2b

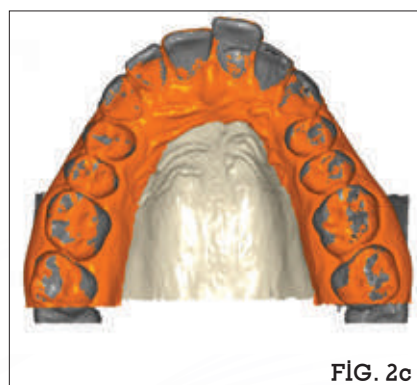


FIG. 2c

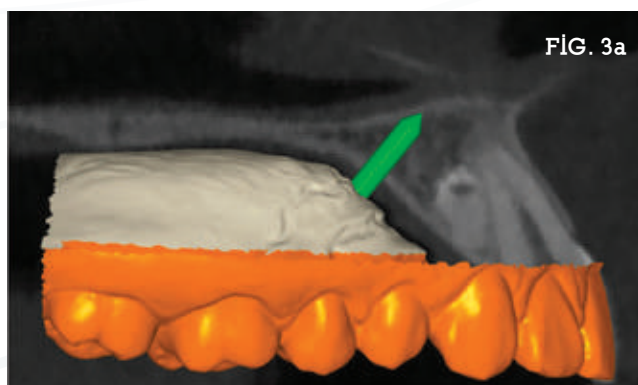


FIG. 3a

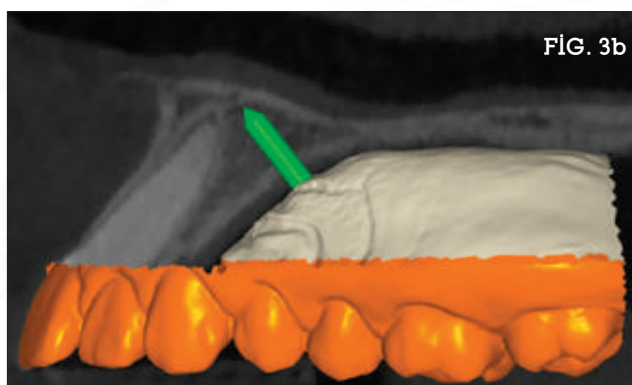


FIG. 3b

Figg. 2a-2c - Sistema REPLICA, diagramma di matching virtuale della cone beam computed tomography (CBCT) con il modello dentario. a) Preparazione della CBCT mascellare (grigio) con il modello mascellare (arancione) e relativi punti di repere (rossi e celesti); b, c) Matching sul

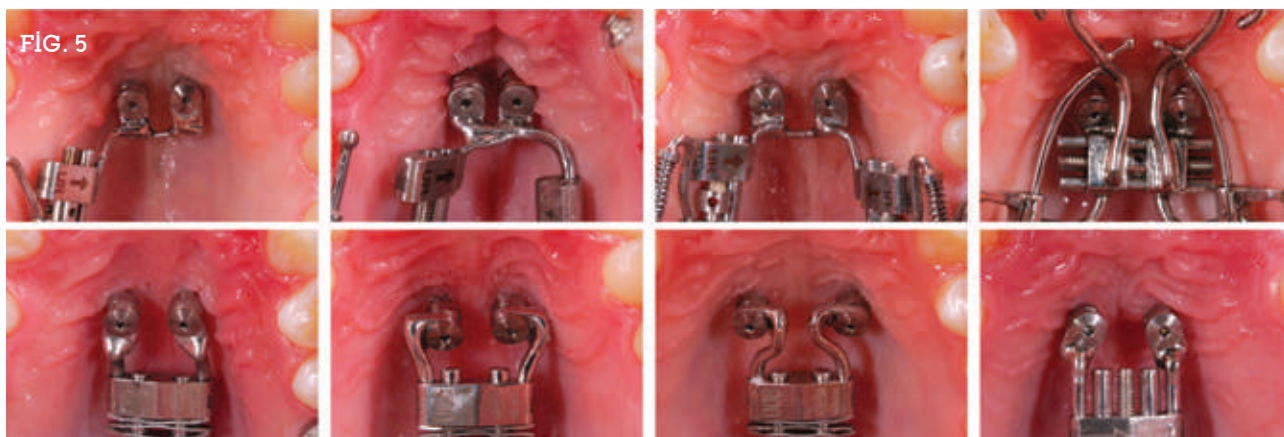
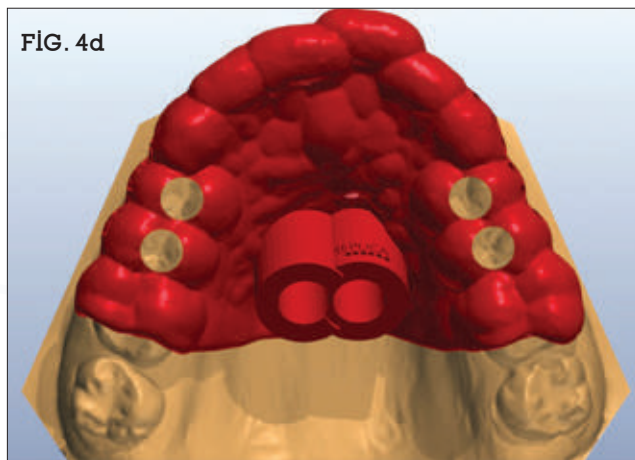
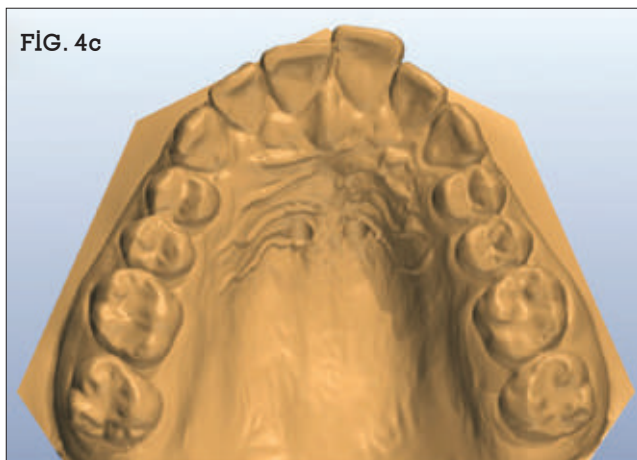
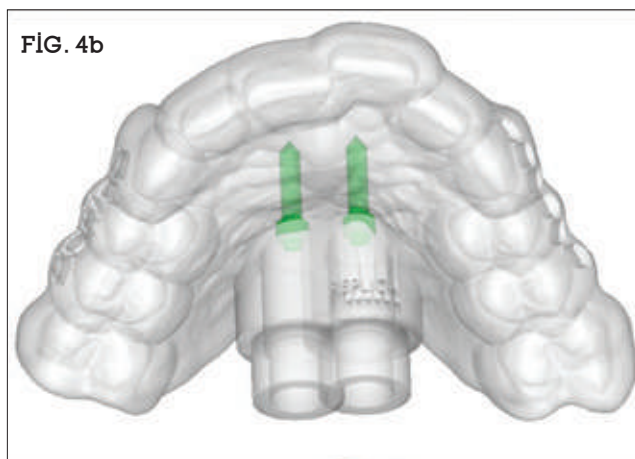
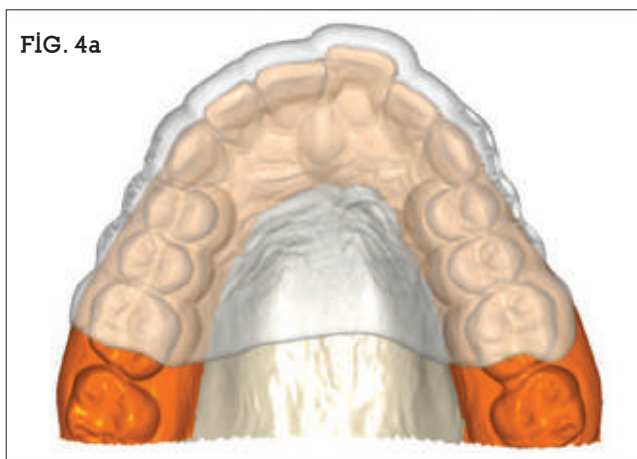
piano frontale e sul piano oclusale.

Figg. 3a, 3b - Sistema REPLICA, diagramma di posizionamento virtuale della miniviti. a) Lato di destra; b) lato di sinistra. Stesso caso di Figura 2.

Fig. 4a-4d - Sistema REPLICA, diagramma di disegno della dima virtuale. A) Disegno del corpo della dima; b) Allineamento dei tubi guida e analoghi virtuali con le miniviti; c) Modello virtuale con i fori per gli analoghi; d) Dima virtuale completa con i fori occlusali di ispezione. Stesso caso di Figura 2.

Fig. 5 - Sistema REPLICA, esempi d'inserzione miniviti e relativo montaggio del dispositivo secondo protocollo one-visit.

Successivamente viene disegnato il corpo della dima (Fig. 4a) e aggiunti i tubi guida con relativi analoghi virtuali (Fig. 4b). Le ultime fasi della progettazione prevedono il modello virtuale con i fori per gli analoghi (Fig. 4c) e la finalizzazione della dima (Fig. 4d). Sia il modello che la dima virtuali a questo punto sono pronti per la prototipazione. Alcuni esempi d'inserzione di miniviti palatali in base a pianificazione da sistema REPLICA, con relativi dispositivi montati secondo il protocollo one-visit, sono mostrati in figura 5.



Caso clinico 1

Nel caso clinico 1, una paziente di 16 anni si è presentata con una dentatura permanente e seconde Classi dentali a destra (Figg. 6a, 6b). Mentre a sinistra le Classi dentali erano di prima, il centramento della linea mediana superiore rispetto al volto (non mostrato) ha fatto optare per una distalizzazione bilaterale e simmetrica. A tale scopo è stata eseguita una pianificazione per inserzione di due miniviti palatali per distalizzatore MaXimo¹.

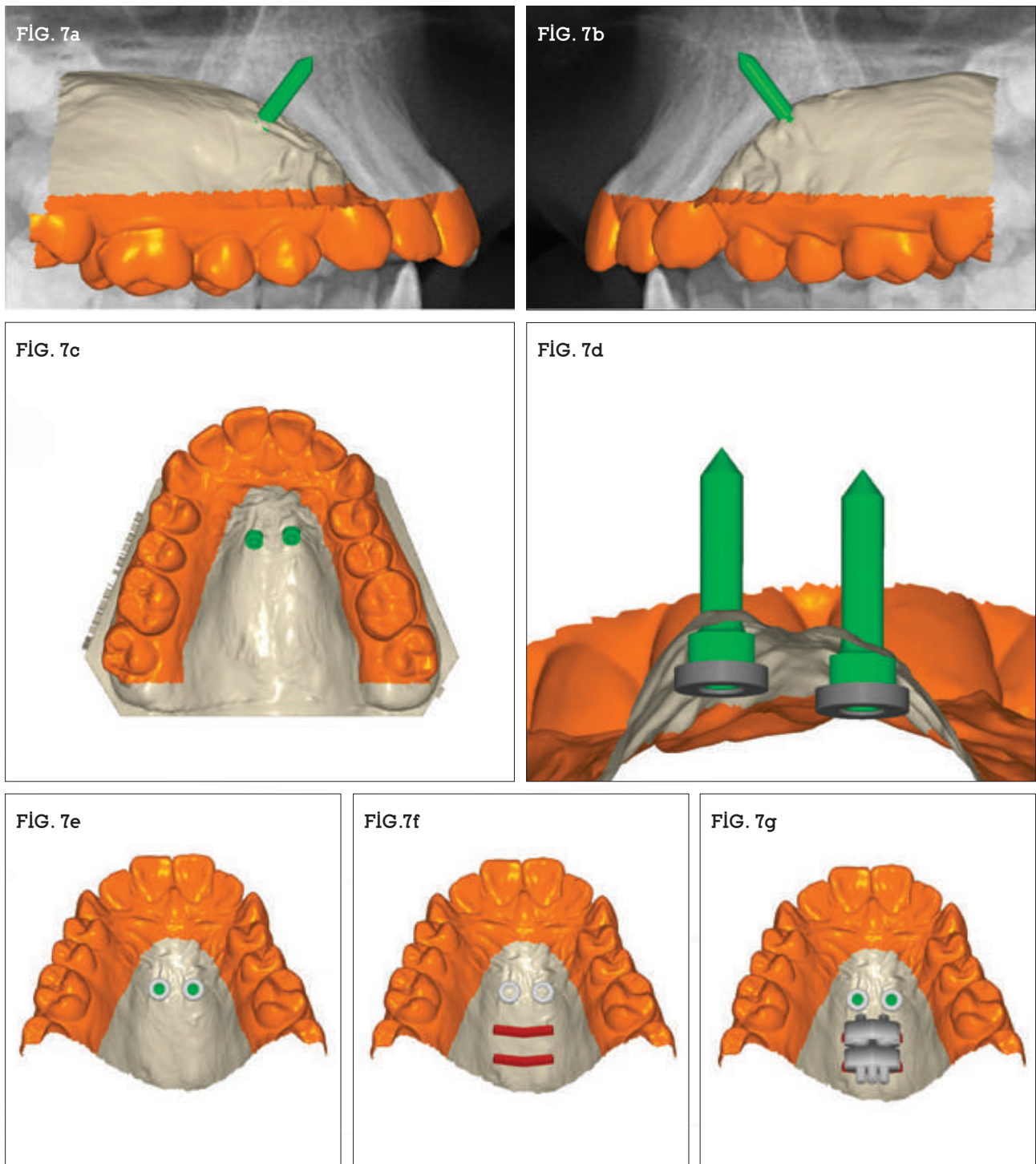
Non presentando la paziente problemi particolari a livello palatale (non mostrato), per la pianificazione è stata richiesta solo una teleradiografia del cranio in proiezione latero-laterale. Dopo un matching tra l'arcata mascellare (Figg. 7a, 7b) derivata da scansione intra-orale e radiografia, è stata eseguita la pianificazione usando due miniviti da 9 mm di lunghezza (Figg. 7a-7c). Tali miniviti sono state posizionate con assi paralleli sebbene ad altezze diverse seguendo la volta palatina (Fig. 7d).

Il sistema REPLICA prevede anche l'inserzione virtuale dei relativi anelli di fissaggio (Figg. 7d, 7e) per valutare la necessaria distanza tra le teste delle miniviti e per il passaggio successivo che riguarda la progettazione digitale del dispositivo. Dopo aver posizionato le miniviti, anche la vite Leaf[®] del distalizzatore MaXimo con relative barre di sostegno sono state posizionate sul modello virtuale (Figg. 7f, 7g).

Il resto della programmazione digitale è stato dedicato al disegno del dispositivo e alla finalizzazione della dima (Figg. 8a-8d). Una volta sinterizzata la struttura del distalizzatore MaXimo, il corpo della vite Leaf[®] è stato saldato sulle barre di sostegno (Fig. 9). La procedura di inserzione delle miniviti e montaggio del dispositivo ha seguito un protocollo one-visit (Figg. 10a-10c). In particolare, dopo aver provato l'adeguatezza e la ritenzione della dima (Fig. 10a), sono state inserite le miniviti (Fig. 10b) e infine è stato montato il distalizzatore MaXimo (Fig. 10c).

Figg. 6a-6e - Caso clinico 1, foto intra-orali. a) Laterale di destra con seconda Classe di oltre mezza cuspide; b) Frontale con linea mediana superiore centrata rispetto al volto (non mostrato); c) Laterale di sinistra con prima Classe molare; d) Occlusale superiore; e) Occlusale inferiore.





Figg. 7a-7g - Caso clinico 1, diagramma di posizionamento virtuale delle miniviti da teleradiografia del cranio in proiezione latero-laterale e relativo posizionamento della vite Leaf® per distalizzatore MaXimo. a, b) Pianificazione con vite da 9 mm lato di destra e di sinistra; c) Vista occlusale del posizionamento delle miniviti; d) Particolare del parallelismo delle miniviti con relativi anelli di fissaggio (grigio); e) Vista occlusale del posizionamento delle miniviti con anelli di fissaggio (grigio); f) Vista occlusale del posizionamento degli anelli di fissaggio (grigio) e delle barre di alloggiamento della vite Leaf® (rosso); g) Vista occlusale del posizionamento della vite Leaf®.

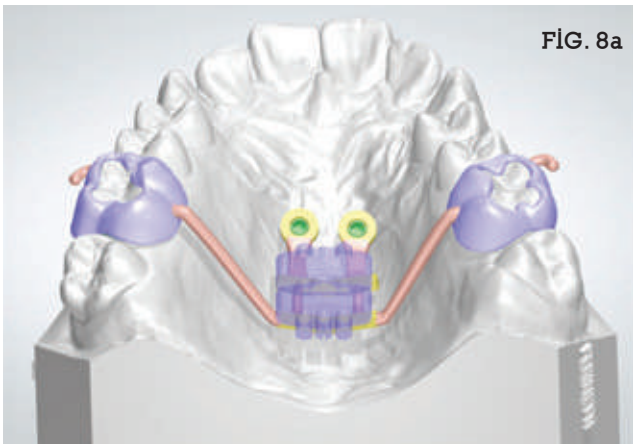


FIG. 8a

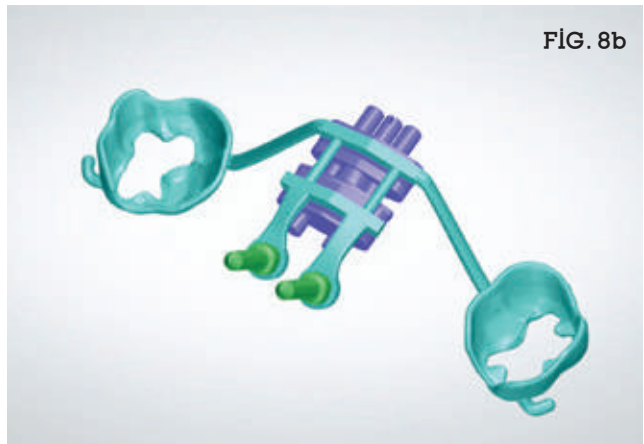


FIG. 8b

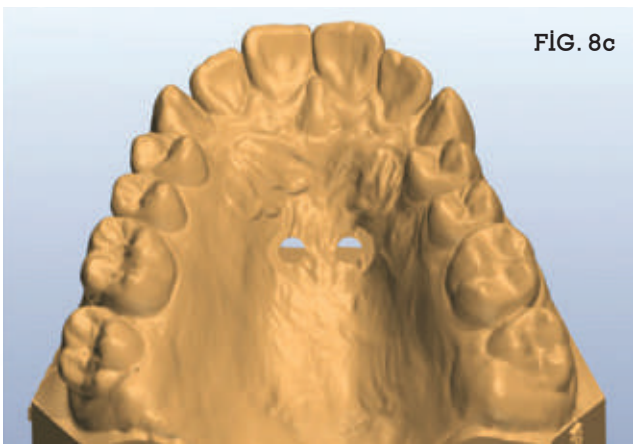


FIG. 8c

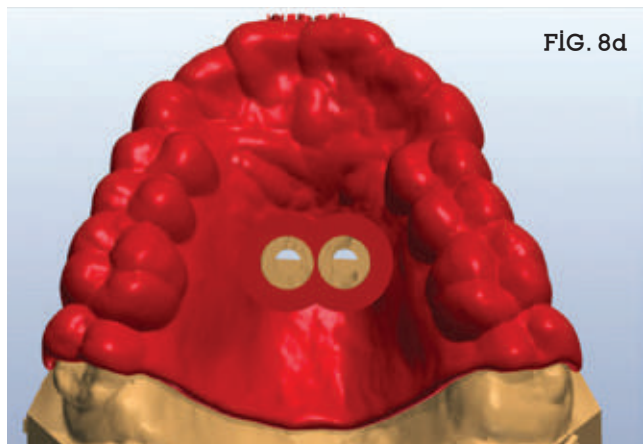


FIG. 8d



FIG. 9

Figg. 8a-8d - Caso clinico 1, diagramma di progettazione del distalizzatore MaXimo e della relativa dima di inserzione miniviti.

a) Vista delle diverse componenti del distalizzatore; b) Progetto ultimato per sinterizzazione (turchese) con miniviti (verde) e vite Leaf® (blue); c) modello virtuale con i fori per gli analoghi; d) dima virtuale.

Fig. 9 - Caso clinico 1, distalizzatore MaXimo.

Figg. 10a-10c - Caso clinico 1, Fasi di inserzione delle miniviti e relativo montaggio del distalizzatore MaXimo secondo protocollo one-visit. a) Prova dima; b) Inserzione miniviti; c) Montaggio del distalizzatore MaXimo.



FIG. 10a



FIG. 10b

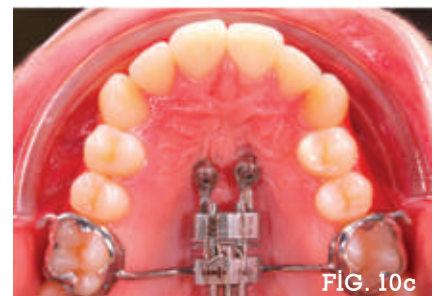


FIG. 10c

Caso clinico 2

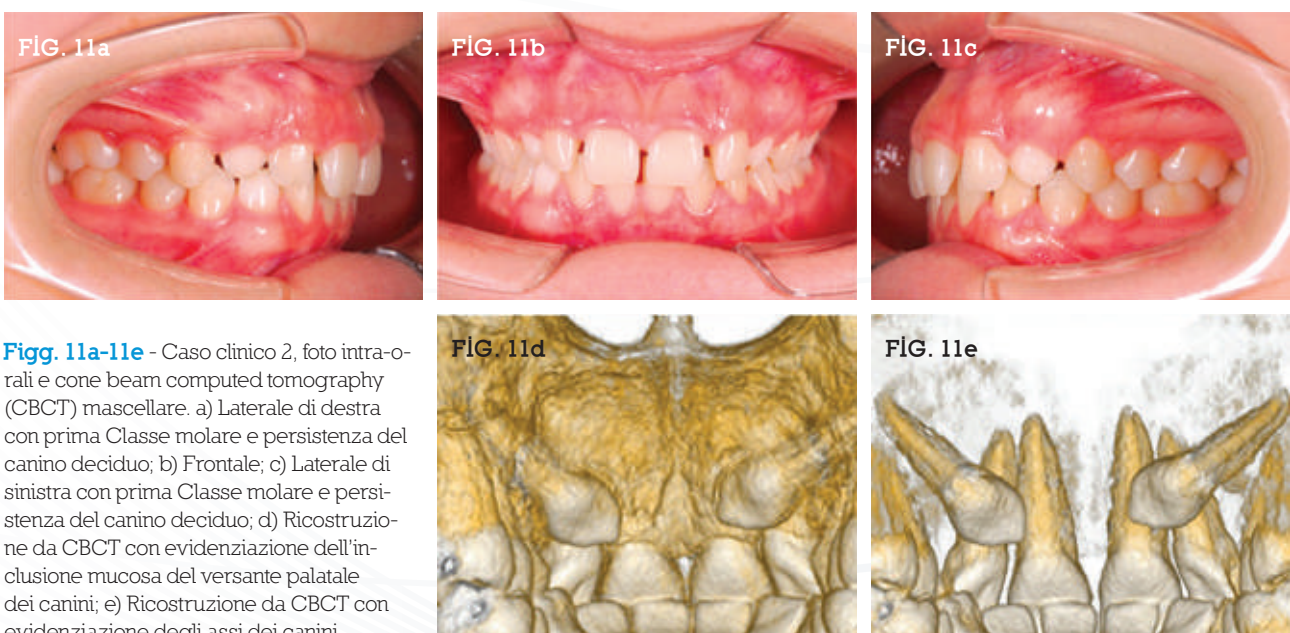
Nel Caso clinico 2, una paziente di 15 anni si è presentata con una dentatura permanente ma con persistenza dei canini decidui superiori e assenza dei canini permanenti con prime Classi dentali bilateralmente (Figg. 11a-11c). Dalla valutazione radiografica è emerso un impattamento palatale di entrambi i canini superiori con le corone in prossimità delle radici degli incisivi (Figg. 11d, 11e). Inoltre, il versante palatale dei canini inclusi si presentava in inclusione mucosa, ossia non coperto da osso corticale (Fig. 11d). Il piano di terapia è quindi consistito nella trazione dei canini inclusi tramite un dispositivo che consentisse la trazione in direzione verticale e distale (in modo da allontanare le corone dalle radici degli incisivi, prevenendo eventuali riassorbimenti radicolari). Si è quindi optato per una barra palatale ancorata su due miniviti sulla quale sono stati montati dei cantilever di estrusione.

Avendo canini inclusi e dovendo inserire miniviti nella regione posteriore del palato è stata necessaria una CBCT del mascellare per la relativa pianificazione. Dopo un matching tra l'arcata mascellare derivata da scansione inostra-orale e CBCT (Figg. 12a, 12b), è stata eseguita la pianificazione usando due miniviti da 9 mm (Figg. 12c, 12d). Tali miniviti (comprendenti di anelli di fissaggio) sono state posizionate con assi divergenti tra molare e secondo premolare bilateralmente. Essendo una zona inter-radicolare con minore osso a disposizione, le miniviti sono state posizionate in modo da essere bicorticali (ossia a contatto con due corticali) per aumentarne la stabilità¹⁸. In questo caso, il sistema REPLICA è stato utilizzato non solo per il posizionamento delle miniviti, ma anche per identificare con precisione la posizione dei

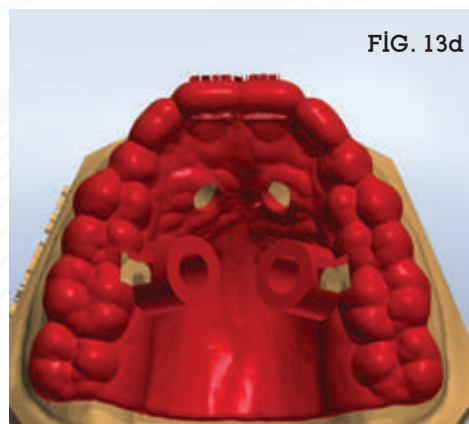
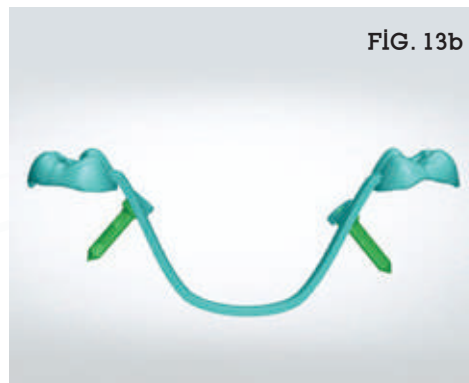
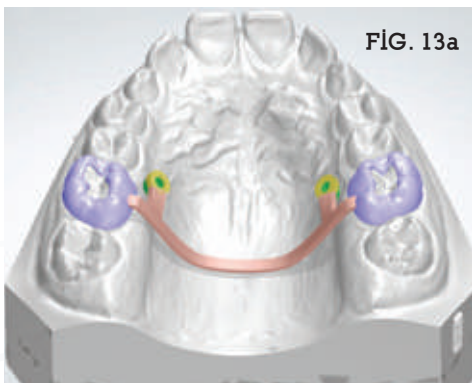
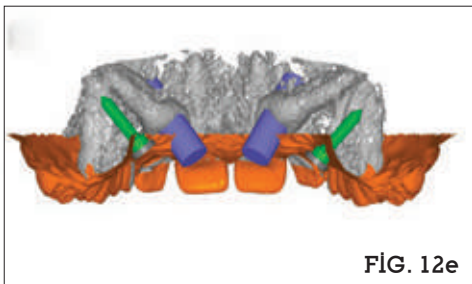
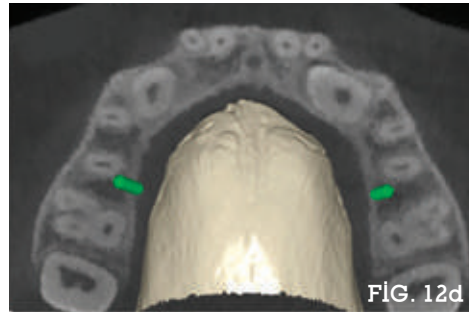
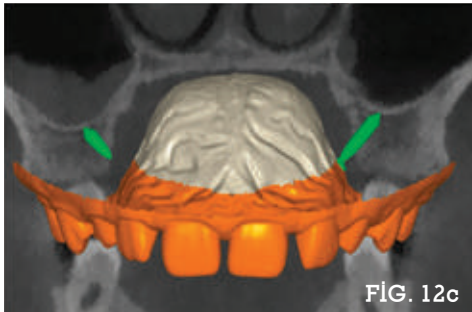
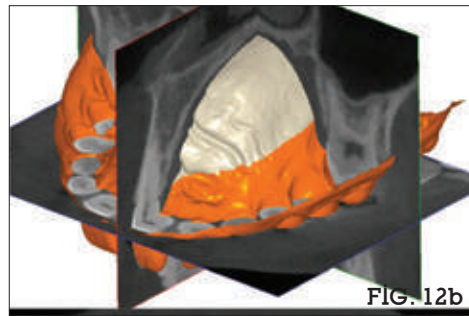
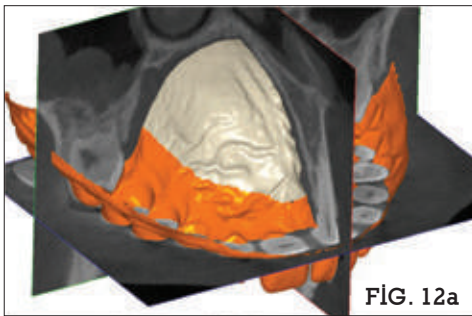
canini inclusi sul versante palatale. In particolare, sono stati posizionati dei cilindri di repere virtuali in corrispondenza del versante palatale dei canini e con direzione perpendicolare (Figg. 12e, 12f).

Il resto della programmazione è stato dedicato al disegno del dispositivo e finalizzazione della dima (Figg. 13a-13d). Oltre ai fori per gli analoghi, il modello virtuale è stato creato con due fori anteriori in corrispondenza delle corone dei canini (come da cilindri di repere, Fig. 13c). Infine, oltre che con i tubi guida per l'inserzione delle miniviti, anche la dima virtuale è stata creata con i fori anteriori in corrispondenza dei canini per facilitare le procedure di esposizione in cavo orale (Fig. 13d). Una volta sinterizzata la struttura della barra, sono stati aggiunti i cantilever in TMA tramite la saldatura di due slot sulla barra stessa. In particolare, gli occhielli terminali dei cantilever (quando attivi) sono stati posizionati in corrispondenza dei fori anteriori del modello (a livello dei versanti palatali delle corone dei canini) (Fig. 14).

La procedura d'inserzione delle miniviti e montaggio del dispositivo (con contestuale trazione dei canini) ha seguito un protocollo one-visit (Figg. 15a-15d). In particolare, l'inserzione delle miniviti è stata eseguita dopo aver provato l'adeguatezza e la ritenzione della dima (Fig. 15a), successivamente sono stati eseguiti l'inserzione delle miniviti e l'esposizione dei canini usando come riferimento i fori anteriori della dima (Fig. 15b). La procedura è stata completata con il fissaggio della barra su miniviti e bonding dei canini (Fig. 15c), con relativo montaggio dei cantilever (Fig. 15d). La guida della dima ha consentito l'effettuazione di una esposizione minima e mirata dei canini semplificando in modo significativo la fase chirurgica e riducendo la sintomatologia post-operatoria.



Figg. 11a-11e - Caso clinico 2, foto intra-orali e cone beam computed tomography (CBCT) mascellare. a) Laterale di destra con prima Classe molare e persistenza del canino deciduo; b) Frontale; c) Laterale di sinistra con prima Classe molare e persistenza del canino deciduo; d) Ricostruzione da CBCT con evidenziazione dell'inclusione mucosa del versante palatale dei canini; e) Ricostruzione da CBCT con evidenziazione degli assi dei canini.



Figg. 12a-12f - Caso clinico 2, diagramma di posizionamento virtuale con beam computed tomography (CBCT) mascellare e relativa individuazione della posizione delle corone dei canini sul versante palatale. a, b) Matching della CBCT con il modello mascellare lato di destra e di sinistra; c, d) Pianificazione con miniviti da 9 mm (verde) sul piano frontale e coronale; e) Particolare del posizionamento dei cilindri di repere per i canini (viola); f) Vista occlusale del posizionamento delle miniviti (verde) con anelli di fissaggio (grigio) e dei cilindri di repere per i canini (viola).

Figg. 13a-13d - Caso clinico 2, diagramma di progettazione della barra per dispositivo di estrusione e relativa dima di inserzione miniviti e repere dei canini. a) Vista delle diverse componenti della barra; b) progetto ultimato per sinterizzazione (turchese) con miniviti (verde); c) modello virtuale con i fori per gli analoghi (tra molare e premolare) e di posizionamento degli occhielli dei cantilever (anteriori); d) Dima virtuale con i fori di repere per i canini e fori occlusali di ispezione.

Fig. 14 - Caso clinico 2, dispositivo di estrusione su modello forato in corrispondenza dei canini inclusi.

Figg. 15a-15d - Caso clinico 2, fasi di inserzione delle miniviti e relativo montaggio del dispositivo di estrusione secondo protocollo one-visit.
 a) Prova dima; b) Inserzione miniviti ed esplosione dei canini; c) Montaggio della barra palatale e bonding dei bottoni sui canini; d) Completamento del montaggio con i cantilever di estrusione dei canini.

FIG. 14

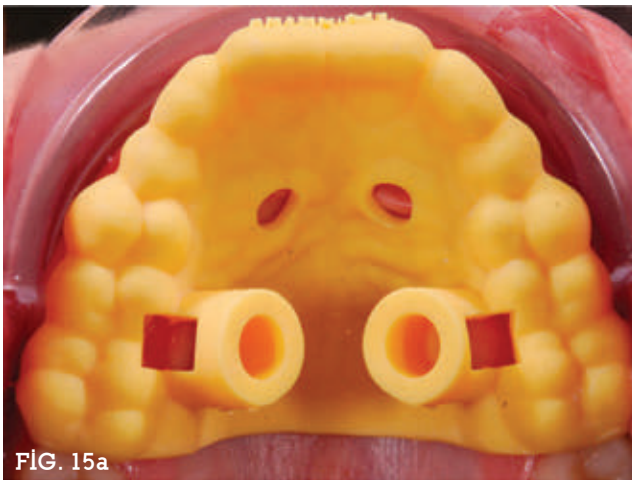


FIG. 15a

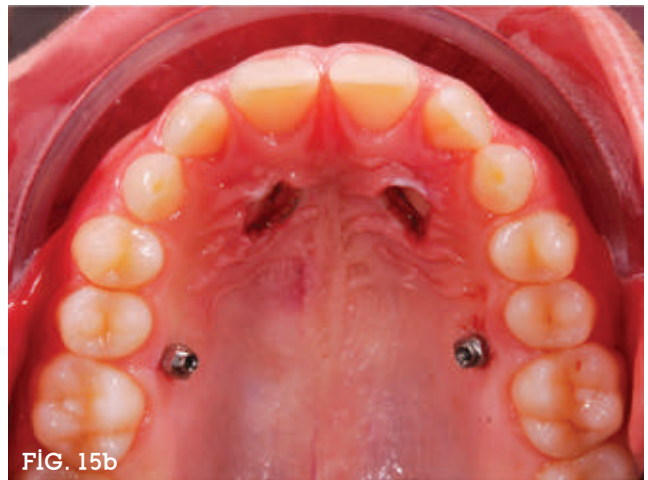


FIG. 15b



FIG. 15c



FIG. 15d

Conclusioni

Questo articolo ha riportato una procedura di pianificazione guidata di inserzione delle miniviti palatali riportando due esempi, in cui, la pianificazione può essere di aiuto anche nella trazione di canini in inclusione palatale. I casi presentanti hanno anche dimostrato che le diverse resine usate nella prototipazione dei modelli e delle dime non hanno avuto effetto sull'affidabilità del sistema. La pianificazione guidata nell'inserzione delle miniviti palatali offre notevoli vantaggi quali sicurezza, stabilità (potendo predefinire la bicorticalità delle miniviti) e semplicità delle procedure cliniche. In aggiunta all'implantologia, vi è anche la possibilità di eseguire inserzione di miniviti e montaggio del dispositivo in una seduta secondo protocollo one-visit. Al contrario, quando questo protocollo non viene eseguito, ma è necessario prendere impronte dopo l'inserzione delle miniviti, il loro parallelismo completo o quasi completo facilita la rimozione dell'impronta stessa senza danneggiamenti in corrispondenza dei copy. Per cui la pianificazione preoperatoria riduce drasticamente il tempo alla poltrona con beneficio del paziente e del clinico.

In questo contesto, i vantaggi del sistema REPLICA risie-

dono nella sua flessibilità di utilizzo dove sistematiche di ogni azienda possono essere introdotte, oltre alla piena compatibilità con software di progettazione digitale di dispositivi come Appliance Designer™. Infine, sia la CBCT che le teleradiografie del cranio in proiezione latero-laterale possono essere utilizzate per le pianificazioni, mentre il sistema consente anche la conversione dei file DICOM della CBCT in formato .stl per eventuali necessità. Al momento non esistono linee guida circa i casi che richiedono una pianificazione guidata ma è ragionevole ricorrere a questa tecnica almeno in circostanze particolari come: 1) affollamento anteriore, 2) denti inclusi, 3) palato stretto e 4) mucosa spessa. Queste considerazioni sono particolarmente importanti nel caso di espansione palatale su adulto dove la stabilità richiesta è massima.

Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare la Leone spa (Sesto Fiorentino) per la collaborazione nella realizzazione delle strutture sinterizzate e nella condivisione del file della vite Leaf®.

Bibliografia

- Perinetti G, Bruno A, Tonini P. Maxillary distalization by a rearrangement of the Leaf Expander® screw combined with palatal miniscrews: A case report on the MaXimo appliance. *South Eur J Orthod Dentofac Res* 2019;6:40-44.
- Caprioglio A, Cafagna A, Fontana M, Cozzani M. Comparative evaluation of molar distalization therapy using pendulum and distal screw appliances. *Korean J Orthod* 2015;45:171-9.
- Wilmes B, Vasudavan S, Drescher D. Maxillary molar mesialization with the use of palatal mini-implants for direct anchorage in an adolescent patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2019;155:725-32.
- Baik HS, Kang YG, Choi YJ. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion: A review of recent reports. *J World Fed Orthod* 2020;9:S54-S58.
- Perinetti G, Franchi L, Contardo D. Determination of timing of functional and interceptive orthodontic treatment: A critical approach to growth indicators. *J World Fed Orthod* 2017;6:93-97.
- Clemente R, Contardo L, Greco C, Di Lenarda R, Perinetti G. Class III Treatment with Skeletal and Dental Anchorage: A Review of Comparative Effects. *Biomed Res Int* 2018;2018:7946019.
- Lee KJ, Park YC, Park JY, Hwang WS. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:830-9.
- Becker K, Unland J, Wilmes B, Tarraf NE, Drescher D. Is there an ideal insertion angle and position for orthodontic mini-implants in the anterior palate? A CBCT study in humans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2019;156:345-54.
- Holm M, Jost-Brinkmann PG, Mah J, Bumann A. Bone thickness of the anterior palate for orthodontic miniscrews. *Angle Orthod* 2016;86:826-31.
- Ludwig B, Glasl B, Bowman SJ, Wilmes B, Kinzinger GS, Lisson JA. Anatomical guidelines for miniscrew insertion: palatal sites. *J Clin Orthod* 2011;45:433-41.
- Di Leonardo B, Ludwig B, Lisson JA, Contardo L, Mura R, Hourfar J. Insertion torque values and success rates for paramedian insertion of orthodontic mini-implants: A retrospective study. *J Orofac Orthop* 2018;79:109-15.
- Nguyen MV, Codrington J, Fletcher L, Dreyer CW, Sampson WJ. The influence of miniscrew insertion torque. *Eur J Orthod* 2018;40:37-44.
- Mohammed H, Wafaie K, Rizk MZ, Almuzian M, Sosly R, Bearn DR. Role of anatomical sites and correlated risk factors on the survival of orthodontic miniscrew implants: a systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod* 2018;19:36.
- Ghislanzoni LH, Berardinelli F, Ludwig B, Lucchese A. Considerations Involved in Placing Miniscrews Near the Nasopalatine Bundle. *J Clin Orthod* 2016;50:321-8.
- Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:S43-51.
- Tilen R, Patcas R, Bornstein MM, Ludwig B, Schatzle M. The nasopalatine canal, a limiting factor for temporary anchorage devices: a cone beam computed tomography data study. *Eur J Orthod* 2017;39:646-53.
- Wilmes B, Vasudavan S, Drescher D. CAD-CAM-fabricated mini-implant insertion guides for the delivery of a distalization appliance in a single appointment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2019;156:148-56.
- Lee RJ, Moon W, Hong C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151:887-97.