

Massimiliano Zaccaria, Paolo Vigolo

Verifica clinica dell'affidabilità dell'arco facciale digitale (AFD) nel flusso di lavoro full digital. Parte 2: controllo della precisione della tecnica

Scopo: in questa seconda parte si è voluto verificare se vi è corrispondenza tra la dinamica della clinica e la dinamica dell'articolatore digitale. Si è quindi messa a punto una procedura che, tramite sovrapposizioni tra modelli digitali, permette di misurare in maniera precisa le discrepanze presenti. Si è dimostrato che se è seguita la tecnica dell'arco facciale digitale (AFD) si hanno misure clinicamente accettabili tra le posizioni dei modelli digitali. Viceversa se si posizionano i modelli in maniera arbitraria nell'articolatore, durante le escursioni non si ha la sovrapposizione corretta tra la posizioni dei modelli digitali. **Materiali e metodi:** i materiali utilizzati sono lo scanner industriale Spider, uno scanner dentale Trios ed un software di reverse engineering Geomagic StudioX. Si sono individuati punti sulle superficie delle scansioni, costruiti piani e assi di rotazione. Si sono allineate l'arcata dentale derivante dalla scansione del volto con la scansione intraorale e l'asse di rotazione dell'articolatore con l'asse cerniera. Si è quindi esportato un unico file con articolatore e arcata superiore perfettamente orientati: tale file è stato infine importato nell'ambiente di modellazione digitale. **Risultati e conclusioni:** si è potuto verificare che, se si posizionano i modelli in maniera arbitraria, durante le escursioni non si ha sovrapposizione delle superfici: questo prova la precisione della tecnica proposta.

Parole chiave: Arco facciale digitale, Tecnica.

INTRODUZIONE

Come descritto nella prima parte di questo articolo la tecnica dell'arco facciale digitale allinea direttamente l'articolatore con i dati cutanei del paziente eliminando, quindi, il concetto di trasferimento meccanico delle informazioni. Inoltre, si elimina la necessità di acquisire ulteriori

scansioni di device e l'allineamento degli stessi nell'ambiente di modellazione digitale. Questo tipo di approccio, prevedendo lo scanner ottico a colori per la scansione del volto, non comporta nessun tipo di invasività biologica nei confronti del paziente ed è, quindi, applicabile nella routine clinica. Inoltre, non è

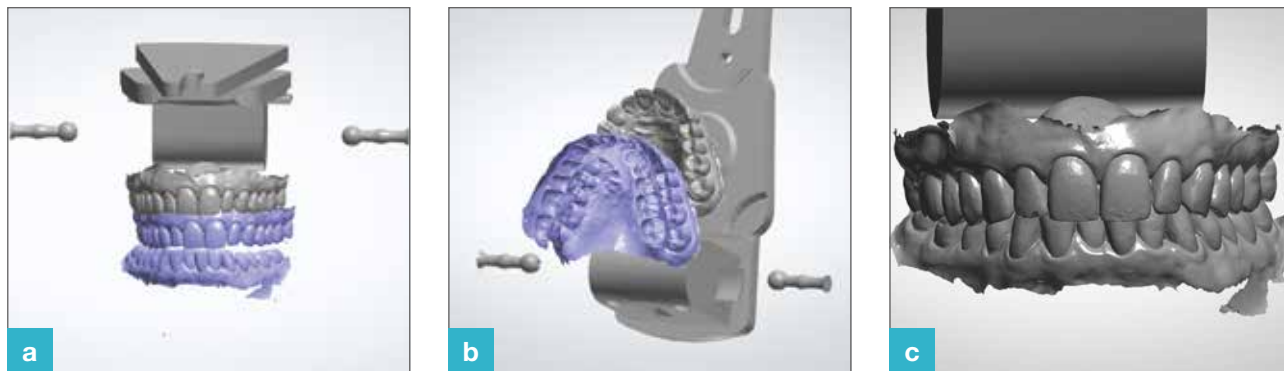
Massimiliano Zaccaria
DMD; Libero professionista, Genova

Paolo Vigolo
DMD, MSD; Professore a Contratto,
Dipartimento di Neuroscienze, Clinica
Odontoiatrica, Università di Padova,
Padova

Corrispondenza:
Massimiliano Zaccaria
Via Ceccardo Roccatagliata Ceccardi, 2
16121 Genova
Tel 0039010542359
✉ studio.zaccaria.genova@gmail.com

necessario eseguire un aggiustamento empirico dell'arco facciale secondo l'orizzonte ma può essere fatto tutto con riferimenti geometrici precisi (Figg. 1a-c).

Nella prima parte si sono registrate mediante scansione intraorale le posizioni reciproche delle arcate durante le escursioni limite in



Figg. 1a-c Fasi dell'allineamento dei modelli 3D con AFD.

lateralità e protrusione. Si sono sovrapposti i modelli digitali alla posizione assunta dalle arcate nell'ambiente digitale sia a seguito dell'uso dell'arco facciale digitale sia in caso di posizionamento arbitrario dei modelli in articolatore digitale.

Si è potuto verificare che quando si usa l'arco facciale digitale (AFD) i modelli si sovrappongono con precisione ricavando spesso misurazioni tra le sezioni nell'ordine dei centesimi di millimetri. Al contrario si è verificato che, quando si posizionano i modelli in maniera arbitraria, durante le escursioni, si ha una sovrapposizione inaccettabile dei modelli con misurazioni tra le sezioni nell'ordine dei millimetri.^{1,2}

MATERIALI E METODI

Per valutare l'efficacia dell'AFD si è verificata la corrispondenza della dinamica mandibolare tra la clinica e l'ambiente virtuale. Si è preparato il paziente per la registrazione

dei movimenti escursivi terminali in lateralità e protrusione mediante la manovra di Dawson³; per poter registrare la posizione reciproca delle due arcate, senza movimenti che avrebbero potuto inficiare la scansione, si sono isolate le superfici masticanti con lubrificante e si sono apposte due palline di resina composita fotopolimerizzante (GrandioSO, Voco GmbH, Germania). Una volta portato il paziente in lateralità con la manovra bimanuale, si è proceduto a fotopolimerizzare la resina composita (Figg. 2a-c). Così facendo si è potuta scansionare la superficie vestibolare dei denti delle due arcate nelle tre posizioni suddette. L'obiettivo è quello di:

- posizionare le due arcate in articolatore virtuale mediante la registrazione effettuata con AFD;
- valutare se c'è corrispondenza tra la posizione dei modelli registrata intra oralmente e la posizione dei modelli registrata in articolatore;

- posizionare le due arcate in articolatore virtuale volutamente in posizione errata;
- valutare se c'è corrispondenza tra la posizione dei modelli registrata intra oralmente e la posizione dei modelli registrata in articolatore.

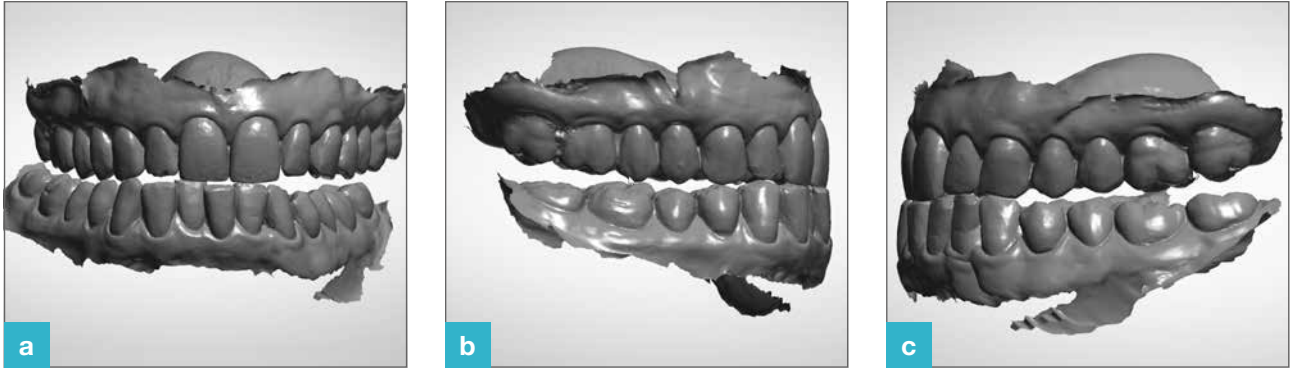
Per registrare la dinamica mandibolare si è impostato la scansione per modello studio; si sono scansionate prima le arcate dentali e come chiave oclusale si è utilizzata la registrazione con le arcate in lateralità e protrusione bloccate con il composito. Il risultato è quello visibile nelle figure 3a-c.

Con il programma Geomagic Design X si sono importate le due arcate nelle reciproche posizioni durante le tre escursioni: per ogni coppia di modelli si è creato un file STL unico.

Nell'ambiente di modellazione digitale Dental System (3Shape A/S) si sono importati i seguenti file:



Figg. 2a-c Visione delle superfici vestibolari registrate durante la lateralità destra: frontale (a). Lato bilanciante (b). Lato lavorante (c).



Figg. 3a-c Allineamento dei modelli 3d con le superfici vestibolari per la lateralità dx: frontale (a). Lato bilanciante (b). Lato lavorante (c).

- AFD.
- Modello inferiore in posizione di massima intercuspidação.
- File unico dei due modelli in protrusione.
- File unico dei due modelli in lateralità destra.
- File unico dei due modelli in lateralità sinistra.

Allineamento AFD

L'allineamento dell'AFD viene eseguito con la tecnica spiegata nella prima parte dell'articolo. Con le sezioni si può vedere come le parti si

possano sovrapporre con estrema precisione (Figg. 4a,b).

Le impostazioni dell'articolatore

L'inclinazione del tragitto condilare viene impostata a 20° poiché questa misura otterrà la disclusione necessaria nella maggior parte dei pazienti (Fig. 5).⁴

Verifica dell'affidabilità dell'AFD

In base alla progettazione dell'indagine nell'ambiente di modellazione digitale si avranno le seguenti condizioni:

1. modelli superiore e inferiore relazionati in massima intercuspidação coerenti con l'articolatore; l'arcata inferiore è libera di effettuare i movimenti in base alle diverse regolazioni dell'articolatore.
2. Modelli superiore e inferiore uniti in maniera indissolubile nelle tre diverse posizioni delle escursioni limite.
3. Possibilità di allineare i modelli dinamici con i modelli statici secondo diversi criteri.
4. Possibilità di effettuare sezioni dei modelli 3D sovrapposti e, quindi, ricavare misurazioni lineari.

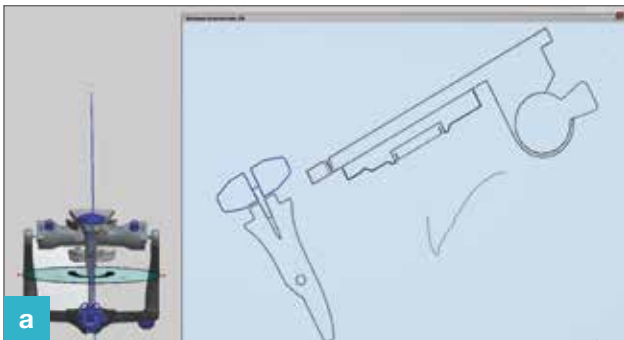


Fig. 4a Sezioni dell'articolatore digitale sovrapposto all'afd: visione laterale per dimostrare la precisione dell'accoppiamento manuale.

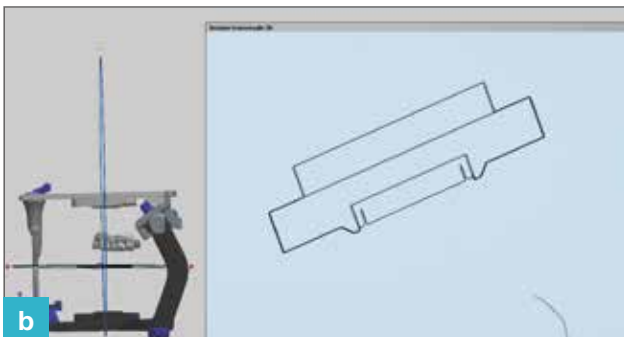


Fig. 4b Visione frontale.

Fig. 5 Impostazioni dei valori delle ceste condilari dell'articolatore virtuale.



Si sono effettuate una coppia di misurazioni per ogni movimento diclusivo:

1. una sul lato lavorante.
2. una sul lato bilanciante (Figg. 6a-m).

Controprova con arco facciale volutamente scorretto

La controprova dell'efficacia dell'AFD è stata eseguita alterando volutamente in maniera macroscopica la posizione del mascellare superiore nell'articolatore. In base alla

progettazione dell'indagine nell'ambiente di modellazione digitale si avranno le seguenti condizioni:

1. modelli superiore e inferiore relazionati in massima intercuspideazione in una posizione errata nell'articolatore; l'arcata inferiore è libera di effettuare i movimenti in base alle diverse regolazioni dell'articolatore.
2. Modelli superiore e inferiore uniti in maniera indissolubile nelle tre diverse posizioni delle escursioni limite.

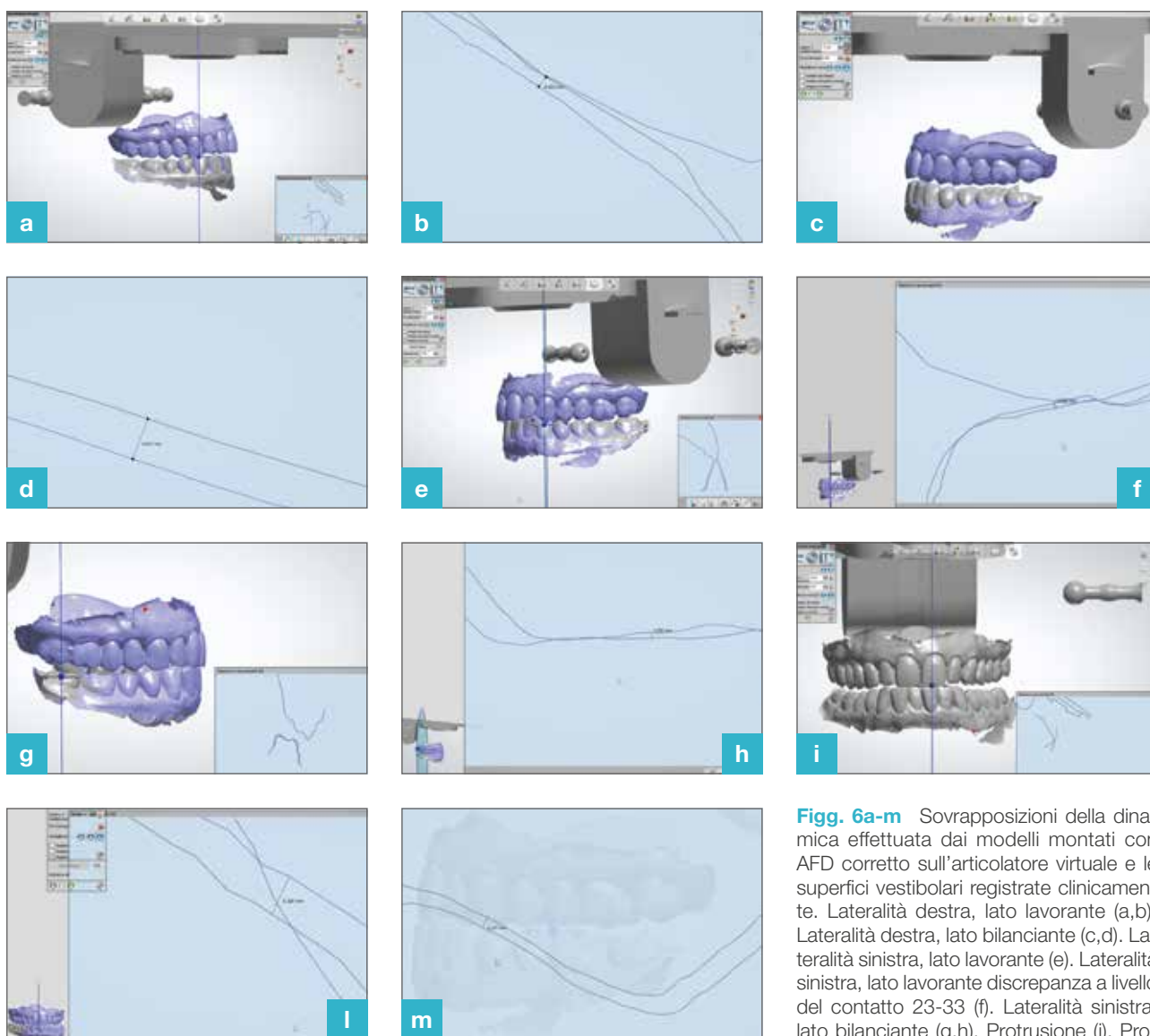
3. Possibilità di allineare i modelli dinamici con i modelli statici secondo diversi criteri.

4. Possibilità di effettuare sezioni dei modelli 3D sovrapposti e quindi ricavare misurazioni lineari.

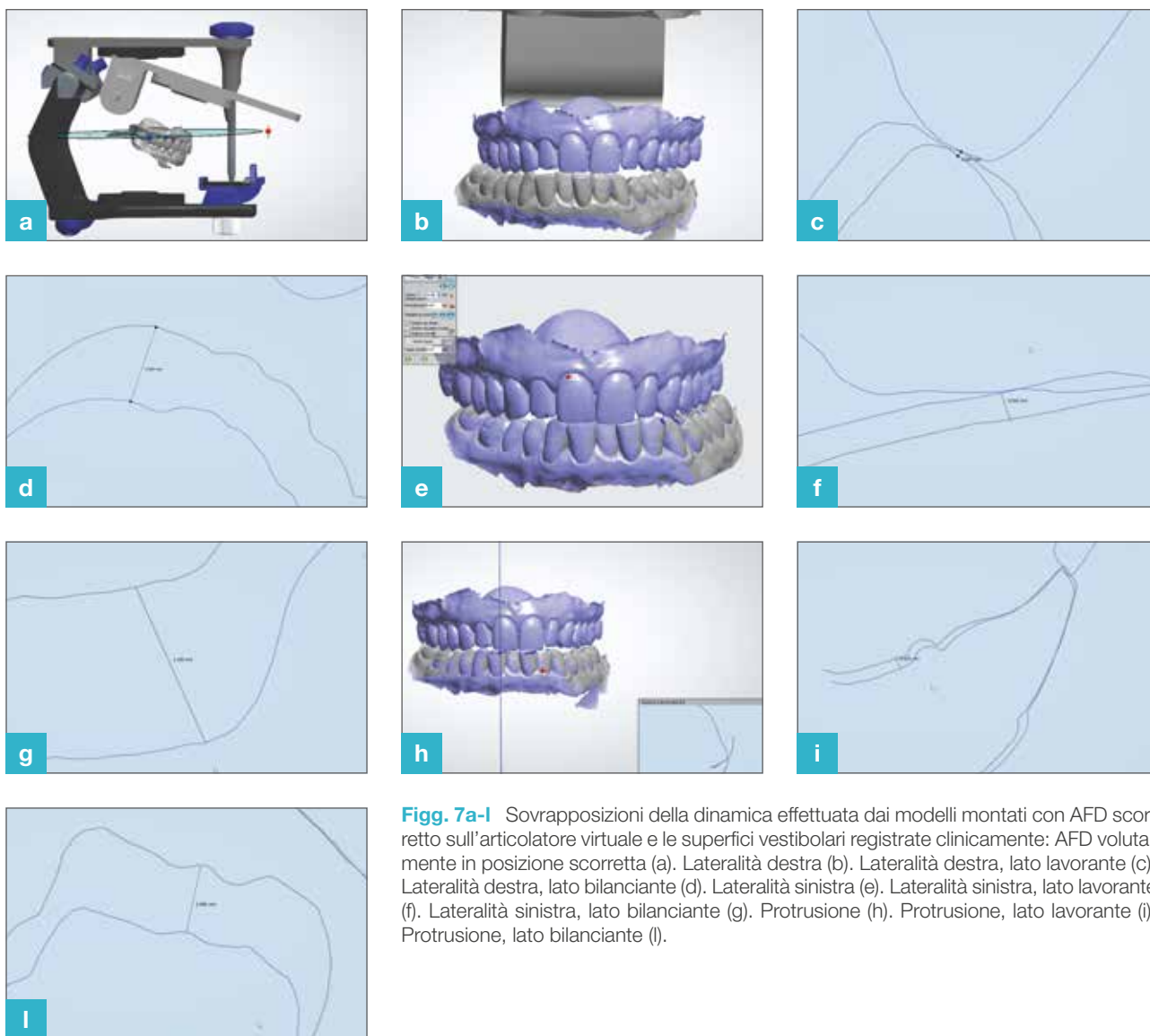
Si sono effettuate una coppia di misurazioni per ogni movimento diclusivo:

1. una sul lato lavorante.
2. Una sul lato bilanciante (Figg. 7a-l).

Si è evidenziata una apprezzabile differenza tra il combaciamento



Figg. 6a-m Sovrapposizioni della dinamica effettuata dai modelli montati con AFD corretto sull'articolatore virtuale e le superfici vestibolari registrate clinicamente. Lateralità destra, lato lavorante (a,b). Lateralità destra, lato bilanciante (c,d). Lateralità sinistra, lato lavorante (e). Lateralità sinistra, lato bilanciante (g,h). Protrusione (i). Protrusione, lato lavorante (l). Protrusione, lato bilanciante (m).



Figg. 7a-l Sovrapposizioni della dinamica effettuata dai modelli montati con AFD scorretto sull'articolatore virtuale e le superfici vestibolari registrate clinicamente: AFD volutamente in posizione scorretta (a). Lateralità destra (b). Lateralità destra, lato lavorante (c). Lateralità destra, lato bilanciante (d). Lateralità sinistra (e). Lateralità sinistra, lato lavorante (f). Lateralità sinistra, lato bilanciante (g). Protrusione (h). Protrusione, lato lavorante (i). Protrusione, lato bilanciante (l).

dentale ottenuto con una posizione alterata del mascellare superiore nell'articolatore (Tab. 1).

CONCLUSIONI

Nella clinica analogica l'uso dell'arco facciale di trasferimento è una pratica indispensabile per avere la maggior fedeltà possibile nel rapporto tra la posizione spaziale del mascellare superiore e l'asse cerniera. Al momento della stesura del presente articolo nessun programma di modellazione digitale prevede l'uso di un arco facciale di

Tabella 1 Dati iniziali circa le differenze evidenziate con AFD posizionato correttamente e AFD posizionato scorrettamente

		Lato lavorante	Lato bilanciante
AFD corretto	Lateralità destra	0,022	0,077
	Lateralità sinistra	0,019	0,56
	Protrusione	0,109	0,127
AFD scorretto	Lateralità destra	0,047	2,091
	Lateralità sinistra	0,092	1,169
	Protrusione	0,628	1,696

trasferimento. Con i limiti del presente contributo si propone una tecnica per ricavare un arco facciale digitale che permetta di relazionare in maniera corretta il file 3D

del mascellare superiore all'interno del programma di modellazione digitale. I benefici di tale pratica sono stati dimostrati dalle sovrapposizioni dei dati ricavati dalla dinamica

dell'articolatore digitale con quanto registrato dalla dinamica del paziente. Tutto ciò, tuttavia, prevede la necessità di avvalersi di strumenti digitali accessori (scanner facciale) rispetto a quanto proposto dalle aziende dentali. Anche gli allineamenti e il calcolo dell'asse di rotazione mandibolare modificato devono essere compiuti con software non dentali e molto complicati.

Si auspica, quindi che le aziende dentali riescano ad integrare tutto quanto necessario ed evidenziato da questo articolo in un unico ambiente di lavoro caratterizzato, possibilmente, da una più marcata facilità di utilizzo.

BIBLIOGRAFIA

1. Korlakunte PR, Aljanakh M. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. *J Clin Diagn Res.* 2014 Jul;8(7):ZE25-8.
2. Lam WYH, Hsung RTC, Choi WWS, Luk HWK, Cheng LYY, Pow EHN. A clinical technique for virtual articulator mounting with natural head position by using calibrated stereophotogrammetry. *J Prosthet Dent.* 2018 Jun;119(6):902-908.
3. Dawson P. Functional occlusion. From TMJ to smile design. St. Louis, Mosby Inc. 2007;33:411.
4. Dawson P. Functional occlusion. From TMJ to smile design St. Louis, Mosby Inc. 2007;22:244-258.

Massimiliano Zaccaria, Paolo Vigolo

Clinical verification of the reliability of the digital facebow in a full digital workflow. Part 2: check of the accuracy of the technique

Purpose: Following the description of the technique presented in the first part of this article, In this second part it has been verified that, when models have been placed arbitrarily, all surfaces do not overlap in a correct way during the excursions. **Materials and methods:** An industrial scanner Spider, a Trios dental scanner and a reverse engineering software dental Geomagic StudioX have been used. All points were identified on the surfaces of the scans, planes and axes of rotation were built. The dental arches resulting from face scanning were lined up with intraoral scanning and the axis of rotation of the articulator were lined up with the hinge axis. Everything has been then exported to a single file with the articulator and maxillary teeth perfectly oriented: this file was finally imported into a digital modeling environment. **Results and conclusions:** It has been verified that when the models are placed arbitrarily, all surfaces do not overlap in a correct way during the excursions: this is a prove of the accuracy of the proposed technique.

Keywords: Digital facebow, Technique.