Barzanò & Zanardo

DESCRIZIONE

a corredo di una domanda di brevetto per INVENZIONE dal titolo:

“Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, in particolare di tipo Toronto”

a nome: Agostino Cernilli

Inventore: Agostino Cernilli

La presente invenzione concerne un metodo di progettazione e di realizzazione di una protesi impiantare fissa dentale multipla, in particolare di una protesi fissa del tipo denominato Toronto.

CAMPO DELL’INVENZIONE

Più in particolare l’invenzione si riferisce al campo dell’implantologia dentale attraverso l’applicazione di protesi dentali fisse, in sostituzione di una pluralità di denti, avvitate su impianti dentali fissati nell’osso mascellare attraverso dei monconi.

STATO DELL’ARTE

Attualmente, la cura di pazienti che hanno perso gran parte dei denti, ad esempio perché soffrono di edentulia o agenesia dentaria completa, può prevedere l’applicazione della cosiddetta Toronto Bridge (anche

nota come “all in four all in six”), ovvero di una protesi fissa, avvitata su quattro o più impianti dentali, fissati nell’osso mascellare, che può sostituire fino a 10-12 denti. Questa tecnica presenta svariati vantaggi e rappresenta la soluzione ideale per la mancanza di denti totale o quasi. Infatti, questa tecnica è più economica rispetto alle altre disponibili sul mercato. Inoltre, rispetto ad altre soluzioni della tecnica nota, questo metodo è meno invasivo e più efficace per il comfort e le funzionalità del paziente, oltre che per la portabilità finale. Mediante la tecnica dell’implantologia a carico immediato, è possibile concludere l’applicazione di questo tipo di protesi nell’arco di sole 24/48 ore.

Troppo spesso, però protesi di questo tipo, eseguite secondo la tecnica nota, anche da professionisti di alta qualità, sono soggette ad errore e necessità di successivi interventi a causa della realizzazione della protesi da parte di laboratori odontoiatrici che utilizzano metodiche di lavorazione non ottimali, vanificando tutto il lavoro eseguito dalla clinica.

In particolare, ciò avviene perché, secondo la tecnica nota, per realizzare la protesi i laboratori odontotecnici procedono costruendo in prima istanza una barra primaria, senza alcun supporto per i denti,

e successivamente applicano su tale barra primaria dei denti di tipo standard, ovvero realizzati per protesi mobili.

Questa soluzione è spesso insoddisfacente a livello di tenuta dei denti, per mancanza di supporto dei denti stessi, e a causa di una posizione della barra non in asse con lo scarico delle forze occlusali.

Inoltre, i denti di protesi mobile sono strutture slegate tra loro, con una capacità limitata di resistere ai carichi masticatori, data l'alta potenza del massetere, che funziona senza la prepocezione del massetere e dell'elevatore del massetere.

Nel giro di poco tempo, il paziente tenderà a riattivare tutte le abitudini riguardanti l'articolazione temporo-mandibolare (ATM), comportando così notevoli carichi a livello implantare, sulla struttura ma in modo particolare sui denti, i quali conseguentemente saranno soggetti al rischio di frattura, soprattutto nel caso di denti di tipo commerciale, realizzati in resina e/o materiale composito.

Inoltre, la metodica secondo la tecnica nota prevede l'uso per la protesi mobile di denti preformati e quindi non studiati per essere individualizzati, compromettendo così l'estetica, oltre che la funzione e la durata.

In sintesi, le metodiche secondo la tecnica nota presentano quindi le seguenti problematiche: distaccamento dei denti, struttura non idonea e denti preformati e di morfologia incongrua rispetto ai tratti somatici estetico-funzionali del singolo paziente.

DESCRIZIONE DEGLI OBIETTIVI DELL'INVENZIONE

Molto meglio sarebbe disporre di un metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, in particolare di tipo Toronto, mediante un flusso di lavoro privo di errori, con la caratteristica di ottenere un risultato ripetibile nel tempo, ma soprattutto con il focus sempre rivolto al beneficio del paziente.

In questo contesto viene ad inserirsi la soluzione secondo la presente invenzione che si propone di fornire un metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, mediante modellazione anatomica eseguita digitalmente con sistemi di progettazione assistita da elaboratore elettronico.

SOMMARIO (DESCRIZIONE GENERALE DELL'INVENZIONE)

Per raggiungere gli scopi di cui sopra, viene proposto secondo la presente invenzione un metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, mediante modellazione anatomica ese-

guita digitalmente con sistemi di progettazione assistita da elaboratore elettronico (Computer Aided Design o CAD), in modo da replicare fedelmente i denti in fase di *pre-bonifica*, ovvero prima dell'estrazione dei denti compromessi, rispettando così tutti i concetti gnatologici riguardanti l'ATM in situazione asintomatica del paziente in fase di cura e rispettando anche i concetti estetici. Successivamente alla modellazione anatomica si esegue un provino in resina prototipata, ottenuto tramite stampa 3D. Questo prototipo è concepito per permettere al paziente di vedere come sarà il lavoro finito e percepirne l'effetto sul suo volto, così da valutare l'estetica, ma è anche utile al clinico per eseguire eventuali modifiche gnatologiche e valutare la stabilità del lavoro sugli impianti. Dopo aver confermato e approvato il progetto in resina è quindi possibile procedere alla progettazione della struttura di protesi fissa dentale multipla, nel seguito anche definita Struttura di Toronto, con finalizzazione dei denti progettati digitalmente in modo individuale, preferibilmente con la caratteristica di essere fresati dal pieno, ancora più preferibilmente tramite fresatori a 5 assi.

La struttura ottenuta secondo la presente invenzione, con il metodo di progettazione digitale e prodotta con fresatrici a controllo numerico che garantiscono un gap massimo di 6 micron (IMES 350i) è tale da garantire stabilità, ecosostenibilità e affidabilità nel tempo del lavoro eseguito, eliminando del tutto il distaccamento e la frattura dei denti.

La struttura di Toronto secondo la presente invenzione è particolarmente interessante per la sua leggerezza e resistenza e può essere realizzata in molteplici materiali come: cromo cobalto, titanio e anche fibra di carbonio completamente fresata dal pieno, o sinterizzata portando numerosi vantaggi al paziente e allo studio odontoiatrico.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

Forma pertanto oggetto specifico della presente invenzione un metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, in particolare di tipo Toronto, comprendente le seguenti fasi:

- scansione dei modelli e dei punti di repere dei denti in fase di pre-bonifica,

- modellazione anatomica mediante allineamento dei modelli precedentemente scansionati, inclusa la progettazione del canale delle viti e dei connettori di collegamento tra i denti,

- realizzazione di un provino dei denti in resina prototipata, comprensivo di canali per le viti di fissaggio sugli impianti,

- progettazione della struttura di supporto della protesi fissa dentale multipla, comprendente una pluralità di pilastri implantari e supporti per i denti, ottenuti mediante riduzione delle misure dei denti del provino precedentemente realizzato, e di connettori di collegamento di ciascun pilastro con i pilastri adiacenti,

- realizzazione della struttura di supporto,

- scansione della struttura di supporto precedentemente realizzata,

- modellazione anatomica dei denti mediante allineamento della scansione della struttura di supporto con quelle dei modelli dei denti precedentemente scansionati e progettazione del collegamento tra i denti e la struttura,

- realizzazione della protesi dei denti,

- unione della protesi alla struttura mediante inserimento di un legante, preferibilmente un cemento bicomponente, tra la struttura e la protesi e polimerizzazione dello stesso.

In particolare, secondo la presente invenzione, detta modellazione anatomica è eseguita digitalmente

con sistemi di progettazione assistita da elaboratore elettronico (Computer Aided Design o CAD).

Inoltre, sempre secondo l'invenzione, detta scansione dei modelli e dei punti di repere dei denti in fase di pre-bonifica comprende le seguenti scansioni:

- Modello Pre-Bonifica,
- Modello con vallo occlusale in cera,
- Modello Master,
- Modello Master con scan-body inseriti,
- Modello Antagonista, e
- Modelli montati in articolatore.

Preferibilmente, secondo l'invenzione, durante detta scansione del modello con vallo occlusale devono essere rilevati la linea mediana, la linea del sorriso, la posizione dei canini, la lunghezza dei denti e il picco gengivale.

In particolare, sempre secondo l'invenzione, detta scansione dei modelli e dei punti di repere dei denti in fase di pre-bonifica comprende la scansione delle rughe palatine.

Inoltre, secondo la presente invenzione, detto provino in resina prototipata è ottenuto tramite stampa 3D.

Preferibilmente, secondo l'invenzione, detta fase di progettazione della struttura di supporto della protesi fissa dentale multipla, comprende la progettazione di uno o più fori nei supporti dei denti della struttura.

In particolare, sempre secondo l'invenzione, detta fase di realizzazione della protesi dei denti avviene mediante fresatura, preferibilmente di una base di polimetilmetacrilato (PMMA).

Infine, secondo l'invenzione, detta fase di unione della protesi sulla struttura mediante inserimento di una resina tra la struttura e la protesi è realizzata utilizzando un legante, preferibilmente un cemento bicomponente, e una resina di colore rosa.

Risulta evidente l'efficacia del metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, in particolare di tipo Toronto secondo la presente invenzione, che consiste in un protocollo completamente digitalizzato e garantito che consente una certificazione ISO e garantisce la ripetibilità nel tempo. Inoltre, il metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la presente invenzione presenta i seguenti vantaggi:

- analisi modello pre-bonifica, che consente la

riabilitazione ottimale per il paziente, mentre i metodi secondo la tecnica nota comportano un errato rapporto estetico funzionale;

- matching con rughe palatine ovvero scansione a due fattori, per un allineamento ottimizzato della protesi;
- modellazione del prototipo avvitato che consente una prova estetico-funzionale con approvazione per il paziente e del clinico relativamente ad un prototipo avvitato su impianti, a fronte di limiti evidenti dei metodi secondo la tecnica nota, che prevedono una prova denti con denti di protesi mobile, che comporta instabilità della prova e un'anatomia standard non personalizzata;
- modellazione tramite articolatore digitale, che consente di riprodurre i movimenti dell'ATM in fase di modellazione, mentre i metodi della tecnica nota prevedono la modellazione con articolazione statica in posizione di centrica o tuttalpiù in articolatore con valori medi.
- mock-up digitale, che consente una visualizzazione estetica prima della finalizzazione ed evita il rischio di compromissione estetica proprio dei metodi della tecnica nota;
- possibilità di dotare la struttura di pilastri

implantari e supporti per i denti, che oltre a garantire un corretto sostegno dei denti, garantisce anche la stabilità del materiale con cui è realizzata la protesi, eliminando i rischi di frattura della barra e distaccamento dei denti, tipici delle soluzioni secondo la tecnica nota;

- Possibilità di dotare la struttura metallica di supporto di fori di ritenzione, che consente di aumentare la stabilità e la ritenzione meccanica della protesi sulla struttura di sostegno;
- modellazione digitale dei denti e fresatura dal pieno del materiale, che consente una modellazione completamente personalizzata, non dipendente da componenti con anatomia standard e dall'uso di denti di protesi mobile come nei procedimenti secondo la tecnica nota; e
- scansione post finalizzazione prima della consegna, che consente di garantire il corretto posizionamento dei denti sulla struttura, a fronte del rischio di un errato posizionamento insito nei metodi secondo la tecnica nota, e dovuto alla modifica dell'articolazione in fase di finalizzazione.

La presente invenzione verrà ora descritta, a titolo illustrativo, ma non limitativo, secondo una

sua forma preferita di realizzazione, con particolare riferimento alle figure dei disegni allegato, in cui:

- la figura 1 mostra una fase del metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la presente invenzione;
- la figura 2 mostra una fase successiva del metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la presente invenzione;
- la figura 3 mostra una fase ancora successiva del metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la presente invenzione;
- le figure 4a e 4b mostrano due sotto-fasi ancora successive, tra loro consecutive, del metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la presente invenzione;
- la figura 5 mostra una fase ancora successiva del metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la presente invenzione; e
- la figura 6 mostra una protesi fissa dentale multipla di tipo Toronto, ottenuta mediante

il metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la presente invenzione.

Nel seguito si fa riferimento alla realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, in particolare di tipo Toronto applicando il metodo di progettazione e realizzazione secondo la presente invenzione.

Per l'acquisizione dei modelli si è utilizzato il software Dental Scan in sinergia con il software di modellazione digitale Exocad, il software Natua per la stampa 3D e il software HyperDent per il sistema cam di fresatura.

Come primo passo si avvia il software di modellazione digitale (Exocad) e si compila la scheda di lavorazione impostando: paziente, tecnico, tipologia di lavorazione e materiale. Tutte le fasi successive del procedimento sono attivate tramite questa selezione ed è quindi importante inserire il numero esatto degli elementi.

Il metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, in particolare di tipo Toronto, secondo la presente invenzione prevede, come prima fase di lavorazione, la realizzazione di un provino in resina, quindi si inserisce nel campo relativo ai materiali la tipologia di resina utilizzata

(PMMA), per memorizzare la fase di lavorazione, oltre ad aggiungere nelle annotazioni il lavoro eseguito.

Per gli elementi dove è sito l'impianto si inserisce "corona anatomica (1°fase)", come tipologia di lavorazione. Di conseguenza è anche necessario specificare le seguenti impostazioni:

Tipo di impianto: *Sovrastruttura avvitata*

Situazione separata: *SI*

Gengiva separata: *SI*

Per gli elementi intermedi si inserisce "intermedio anatomico" sempre con la selezione attiva della situazione separata e della gengiva separata.

Compilata la scheda di lavorazione, nel software si attivano le diverse fasi di lavorazione.

Selezionando l'opzione scansione, in automatico si avvia il software Dental Scan. Per lavorare secondo il metodo di progettazione e realizzazione della presente invenzione, è necessario convertire la modalità di lavorazione in progetto libero, così da non avere vincoli imposti dal software.

Fatto questo, è possibile procedere all'acquisizione, tramite luce strutturata, dei modelli in gesso del moncone. Questa impostazione consente di rilevare in modo efficace tutti i dettagli dei modelli e punti di repere, per effettuare successivamente gli

allineamenti.

Si avvia la scansione e si procede con la stessa metodica per acquisire i modelli successivi.

In particolare, sono necessarie le seguenti fasi di scansione:

- Modello Pre-Bonifica
- Modello con vallo in cera
- Modello Master (da cui sarà possibile ricavare la gengiva)
- Modello Master con scan-body inseriti
- Modello Antagonista
- Modelli montati in articolatore

Più in particolare, durante la scansione del vallo occlusale, devono essere rilevati la linea mediana, la linea del sorriso, la posizione dei canini, la lunghezza dei denti e il picco gengivale.

Dopo aver effettuato tutte le scansioni, si eseguono i ritagli per alleggerire la potenza di calcolo del sistema, tracciando una linea per delimitare tutte le parti in eccesso e procedere con la loro eliminazione.

Effettuati tutti i ritagli utili si passa all'allineamento dei modelli tra di loro.

Come punto di riferimento si considera l'articolatore: tutti i modelli devono essere allineati ad

esso. Si avvia quindi il processo di allineamento. Normalmente il software Dental Scan riconosce in automatico i punti di repere ed allinea di conseguenza le scansioni, ma è consigliabile controllare gli allineamenti automatici effettuati dal software. Nei casi in cui il software chieda di allineare manualmente le scansioni, è necessario ruotare i modelli nella stessa posizione, in modo tale da avere visibili quali sono i punti migliori da segnare. I punti selezionati devono essere necessariamente tre e devono essere posti circa nella stessa posizione. Il software mostra un parametro numerico che indica il livello di precisione dell'allineamento: più il valore del parametro numerico è basso, più la scansione è allineata correttamente. Se viene riscontrata un'anomalia nell'allineamento, è necessario ripetere l'allineamento manuale, segnando dei punti di riferimento in posizione differente rispetto a quelli considerati precedentemente.

Per l'allineamento del modello master con il modello di pre-bonifica, secondo la presente invenzione ci si avvale dei risultati di un'attività di ricerca effettuata dalla richiedente, che hanno permesso di stabilire che le rughe palatine hanno le stesse caratteristiche delle impronte digitali utilizzate per la

rilevazione d'identità. È stato inoltre scoperto che le rughe palatine rimangono invariate nel tempo.

Dopo numerosi test applicati direttamente sul campo, è stato quindi possibile concludere che anche le rughe palatine possono essere considerate come punti di repere nell'allineamento delle scansioni digitali.

In alternativa, nel caso in cui le rughe palatine non fossero state rilevate correttamente dall'impronta presa in studio, è possibile effettuare la scansione con un metodo a due fattori.

In primo luogo si scansiona il modello di pre-bonifica in articolatore con l'antagonista. Si passa quindi la scansione ottenuta nella posizione dell'antagonista già orientato precedentemente.

Effettuato questo allineamento è successivamente necessario allineare la scansione del solo modello di pre-bonifica alla scansione del modello pre-bonifica in articolatore.

Dopo avere controllato le scansioni con i rispettivi allineamenti e i relativi tagli di pulizia, è possibile procedere per ottenere l'ottimizzazione dei file ricavati (*mesh*). Questo processo di elaborazione permette ai file di passare da uno stato di nuvola di punti ad uno stato di unione tra loro tramite

triangoli congiunti.

È quindi necessario allineare gli scan body con le rispettive matematiche implantari. Per far questo occorre aprire la libreria impianti del software di modellazione, copiare il codice della geometria interessata e inserirlo nella scheda di lavorazione.

Effettuati tutti gli allineamenti tra scan-body e geometrie implantari, si può procedere con l'esportazione dei file e successivamente all'elaborazione e allo sviluppo del progetto.

Avviata la modalità di modellazione è necessario ristabilire correttamente tutti i parametri stomatognatici del paziente, in quanto si deve realizzare un restauro completo dell'arcata in riferimento.

Si posizionano i modelli ruotandoli lungo il piano occlusale ("piano di Fox") e si impostano i valori in riferimento all'ATM: angolo di Bennet, angolo d'eminenza.

Si avvia l'articolatore digitale e si ottengono i movimenti in riferimento allo schema di Posselt lungo il piano sagittale e in riferimento all'arco gotico lungo il piano orizzontale.

Completati i movimenti in articolare, si procede attivando il comando che permette di visualizzare digitalmente tutti i contatti occlusali.

È quindi necessario effettuare il taglio dei punti di contatto con l'antagonista, il che è possibile anche in modalità automatica.

Completata la fase di acquisizione è quindi possibile procedere con le diverse fasi di modellazione del metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la presente invenzione, in primo luogo procedendo con la modellazione anatomica realizzata in resina prototipata, così da permettere al clinico di effettuare una prova estetico funzionale direttamente in bocca al paziente.

Per procedere con la modellazione è necessario selezionare tramite la biblioteca dei denti disponibile nel software di modellazione la forma anatomica migliore in riferimento alla geometrica del viso del paziente e ai denti in fase di pre-bonifica.

Selezionata la forma dei denti è necessario importare una foto del paziente in modalità di sorriso, per effettuare il matching tra i modelli e la foto del paziente con la situazione precedente. Questo passaggio permette di inviare allo studio dentistico il progetto di digital smile, ovvero il risultato finale in formato di pre-elaborazione, in modo tale che il paziente possa valutare il risultato estetico prima della consegna.

In particolare, questa fase prevede che, successivamente all'importazione della foto del paziente, si passi alla modellazione anatomica, posizionando i denti in base alla scansione dei denti in pre-bonifica e alla scansione del vallo occlusale, rispettando come linee di riferimento rispettivamente la linea mediana, la linea del sorriso, la posizione dei canini, la lunghezza dei denti e il picco gengivale. Questi riferimenti devono essere stati precedentemente presi in studio, alla prova del vallo.

Dopo aver posizionato i denti e averli modellati correttamente in riferimento all'articolazione e all'anatomia dei denti naturali del paziente preesistenti, si controlla che sia presente l'informazione dell'anatomia prima della bonifica da replicare. In particolare è preferibile controllare, per quanto riguarda la sezione cosmetico funzionale, i seguenti parametri:

- Linea mediana
- Inclinazione della linea mediana
- Asse dei denti
- Linea del sorriso
- Picco gengivale
- Linea del picco gengivale
- Dimensione dei denti anteriori in funzione

delle ali del naso (informazione ricevuta dallo studio medico in fase di prova masticone)

Per quanto riguarda la sezione occluso-funzionale è necessario controllare i seguenti parametri:

- Posizionamento cuspidi di stampo
- Curva di Wilson
- Curva di Spee
- Contatti stabilizzanti ABC e XYZ
- Angolo di inclinazione cuspidi taglio
- Linea del sorriso cuspidi di taglio
- Compressione gengivale

Effettuati questi controlli si procede alla fase di progettazione del canale delle viti, per rendere la struttura avvitata direttamente sugli impianti. Dopo aver tracciato il canale delle viti, si procede aggiungendo la connessione di unione tra i denti per rendere la lavorazione in un'arcata unita, come mostrato nella figura 1 con il riferimento numerico 1.

Dopo aver finalizzato la modellazione si passa alla fase di stampa del prototipo esportando la modellazione dalla cartella di lavorazione al software di stampa in 3D (nel presente esempio il software dedicato per la stampante DWS 3D, denominato Nauta).

Successivamente all'importazione del file in

formato STL della modellazione anatomica, si posiziona l'arcata sul piano di stampa digitale e si aggiungono i pin di sostegno lungo tutta la modellazione anatomica. In particolare, i pin vanno aggiunti in riferimento ai layer di stampa. Questo passaggio è fondamentale per inserire i pin di sostegno solo nell'area utile, senza andare a compromettere l'esito della stampa e l'estetica del lavoro. Dopo aver elaborato il file per la stampa 3D, si avvia il software Fictor e si fa partire la stampante con il file dedicato. Ad avvenuta stampa dell'arcata si toglie il pezzo dalla base e si rimuove la resina in eccesso con lavaggi ad immersione nell'alcool isopropilico. Quindi si aggiungono le cannule implantari all'interno del prototipo, così da rendere la struttura avvitata.

Rispetto alla tecnica nota, questa fase del metodo di progettazione e di realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la presente invenzione permette di effettuare una prova estetico funzionale direttamente avvitata sugli impianti, con il vantaggio di eliminare il rischio di rotazioni e spostamenti in bocca. A tale riguardo è fondamentale evitare di eseguire la prova denti tramite denti preformati e con base di sostegno dei denti realizzata in resina fotopolimerizzante, come invece succede nei laboratori

odontoiatrici che utilizzano metodiche secondo la tecnica nota.

Dopo avere eseguito la prova in studio ed aver apportato eventuali ritocchi con il metodo di molaggio selettivo (in particolare con la tecnica di scarto del precontatto in centrica della zona anteriore mesiale nel superiore e distale nell'inferiore, scarto in lateralità della zona posteriore di precontatto nel superiore e anteriore mesiale nell'inferiore, e scarto in protrusiva della zona anteriore mesiale del precontatto nel superiore e posteriore distale nell'inferiore per una idonea intercuspidazione e capacità masticatoria del paziente) è necessario scansionare il prototipo e creare una nuova scheda di lavorazione. In questa fase, al momento di selezionare i denti nella scheda della banca dati dentale si deve specificare la funzione di anatomia ridotta e quindi, come in precedenza, selezionare sovrastruttura avvitata e fare la stessa cosa con la selezione del modello di situazione.

Si avvia il software di scansione e si importano le scansioni precedentemente rilevate relative a: Master, master scan body, antagonista. La nuova articolazione, con i ritocchi effettuati in studio e il modello con il prototipo avvitato dovranno invece essere scansionati.

Come nelle fasi precedenti, anche in questo caso è necessario effettuare tutti i ritagli e allineamenti precedentemente descritti e quindi esportare le scansioni per procedere alla fase successiva, di realizzazione della struttura portante dei denti.

Secondo la presente invenzione, la struttura portante è concepita per risolvere ed eliminare il problema del distaccamento dei denti.

Dopo aver controllato che tutte le scansioni siano state importate correttamente, il software richiede di posizionare i denti, che sono stati già modellati, questa fase permettendo quindi di realizzare i pilastri portanti dei denti.

Per posizionare i denti all'interno della situazione in prototipo precedentemente eseguita e scansionata, sarà necessario mettere in trasparenza la scena in prototipo e spostare i denti all'interno di essa con il corretto asse. Dopo aver eseguito il relativo controllo è possibile passare alla fase successiva.

Il programma creerà il collegamento tra struttura di supporto e impianti, o pilastri, indicati con il riferimento numerico 10, e richiederà di effettuare la riduzione dei denti. Facendo riferimento alla figura 2, ciò andrà fatto impostando un parametro che va da 0.8 a 1,5 mm, così da poter ottenere una dimensione

dei perni, anche definiti in seguito connettori dei supporti dentali 11, idonea per il sostegno dei denti 12. Eseguita la riduzione, si passa alla modalità free-form e si procede a smussare in modo omogeneo i supporti 11 e a controllare l'asse.

Quindi si passa alla fase successiva di collegamento tra gli elementi dentali 11, con l'intermediazione dei supporti 11. Facendo riferimento alla figura 3, in questa fase il programma richiede di aggiungere i connettori 13. Per garantire il giusto supporto alla struttura, i connettori 13 devono avere un diametro compreso tra 3.0mm e 4.0mm.

È importante limitare l'estensione del dente sull'ultimo impianto. A tale riguardo, per garantire che la struttura non sia soggetta al rischio di rottura, è necessario che l'estensione dall'estremità dell'impianto non superi 8mm e che l'estensione dal centro dell'impianto non superi 12mm. Impostati correttamente i connettori 13 ai supporti dentali 11, si torna alla fase di modellazione libera e si procede a smussare la superficie della struttura e ad eliminare eventuali sottosquadri e disparallelismi tra supporti dentali 11.

Finalizzata la struttura si passa ad una fase

molto importante per garantire sostegno ai denti. Facendo riferimento alle figure 4a e 4b, si eseguono dei fori 14 orizzontali su alcuni dei supporti 11 della struttura. A tal fine, operando sulla struttura in modalità libera free-form, si seleziona l'opzione rimozione e si rimuove dai supporti 11 un attacco 15 di forma cilindrica. I fori 14 sono di estrema importanza nella successiva fase di finalizzazione, poiché permettono alla resina di passare attraverso ad essi e di ancorarsi perfettamente alla struttura.

Dopo aver verificato gli spazi occlusali, lo spessore della struttura di sostegno, l'estensione del cantilever (se presente), il disparallelismo dei pilastri 10 e dei supporti 11, l'asse dei pilastri implantari 10 rispetto ai movimenti articolari e i fori orizzontali 14 sui supporti 11, si procede alla realizzazione di un modello della struttura o in alternativa si esporta il file ottenuto (in formato STL) e si invia ad un centro di produzione laser melting. In particolare, in caso di realizzazione diretta, è possibile realizzare il modello in fibra di carbonio, fresandolo da una lastra sufficientemente spessa di fibra di carbonio, ad esempio tramite fresatore Imes 350i. Questa soluzione ha il vantaggio di garantire leggerezza, durata, resistenza e funzionalità senza

confronti rispetto alla tecnica nota, integrandosi sin da subito in bocca.

Dopo la sua realizzazione, sul modello della struttura si esegue il test di Sheffield, per la verifica della stabilita e della precisione della struttura sugli impianti. Questa prova consiste nell'avvitare una vite nel canale della struttura e nel serrarla singolarmente sul rispettivo impianto; l'esito della prova si ritiene positivo se la struttura non presenta tensioni e rimane stabile.

A discrezione del medico curante è quindi possibile eseguire la prova della barra oppure procedere direttamente con la finalizzazione del lavoro.

Per finalizzare il lavoro si deve creare una nuova scheda di lavorazione per modellare i denti sulla struttura già realizzata. Si selezionano i denti con modalità dente anatomico e successivamente si attiva l'impostazione modello di situazione. Quindi si avvia il software di acquisizione Dental Scan e si importano le seguenti scansioni:

- Scansione denti in prototipo
- Ultima articolazione rilevata con prototipo
- Antagonista

e si procede con la scansione della struttura di supporto precedentemente realizzata, per poi allinearla

tramite il modello alle vecchie scansioni.

Eseguiti gli allineamenti e i corrispettivi ritagli per alleggerire il software, si passa all'esportazione delle scansioni e si procede con l'ultima fase del protocollo di lavorazione.

Avviato il software di modellazione, come primo passaggio si attiva la modalità esperto e si seleziona l'opzione di orientamento del modello. Il modello deve essere orientato con la barra in vista occlusale e quindi fissato. Questo passaggio è importante perché permette di eseguire i tagli d'occlusione in modo automatico; inoltre, fa sì che non si verifichino problematiche in fase di ottimizzazione del lavoro.

Come secondo passaggio si inseriscono i modelli nell'articolatore virtuale. Come descritto nei passaggi precedenti, si posizionano i modelli sul piano occlusale e quindi si stabiliscono i parametri gnatologici e si avvia l'articolatore.

Successivamente si torna in fase di modellazione. Il software chiede di disegnare il margine di preparazione o chiusura. Facendo riferimento alla figura 5, ciò può essere fatto deselezionando l'opzione linea magnetica nel menu di modifica e successivamente tracciando, per ciascun supporto dentale 11 della struttura, il margine di finitura 16.

Ultimata questa fase di lavorazione è possibile passare alla fase di modellazione dei denti, replicando l'anatomia del provino di modellazione precedentemente realizzato per la prova e accettazione da parte del medico e del paziente. A tale riguardo, si posizionano i denti mettendo in trasparenza il modello di situazione e quindi si collocano i denti al suo interno. È consigliabile ridurre leggermente la superficie, per non incorrere in possibili problematiche nella fase successiva.

Dopo aver posizionato correttamente i denti all'interno della situazione anatomica, si procede con il collegamento tra denti e struttura.

Terminato il collegamento tra denti e struttura, il software chiede di adattare i denti alla situazione importata, ovvero al prototipo precedentemente realizzato. Per farlo è sufficiente selezionare l'opzione adatta denti e il software avvierà in automatico l'adattamento dei denti con la situazione del prototipo.

Concluso il passaggio di adattamento denti, si passa alla modellazione libera e si ottimizza la modellazione togliendo le piccole imperfezioni.

A questo punto, si esegue il check di verifica

finale, dapprima tramite la mappa estetica, verificando in particolare:

- Linea del sorriso
- Asse dei denti
- Forma dei denti
- Picco gengivale
- Lunghezza denti
- Overjet/Overbite
- Tessitura superficiale

e successivamente con la mappa del controllo gnatologico, verificando:

- Posizionamento cuspidi di stampo
- Curva di Wilson
- Curva di Spee
- Contatti stabilizzanti ABC e XYZ
- Angolo di inclinazione cuspidi taglio
- Linea del sorriso cuspidi di taglio
- compressione gengivale

Dopo aver corretto questi punti fondamentali è possibile disporre i connettori tra i denti, in modo da ottenere un blocco unico, ma è anche possibile scegliere di suddividere i denti in più parti. Aggiunti i connettori si attiva la modalità free-form e si ottimizza la modellazione. Questo passaggio termina la fase di progetto e consente di avviare la successiva

fase di realizzazione dei denti.

A titolo esemplificativo, la realizzazione dei denti può essere ottenuta tramite fresatura, utilizzando il software Hyperdent.

Per prima cosa si seleziona il materiale con cui saranno realizzati i denti, nel caso di esempio il polimetilmetacrilato (PMMA). Quindi si importa il file STL precedentemente ottenuto nella fase di progettazione, già presente nella scheda di lavorazione digitale. Nel caso qui esemplificato, con utilizzo del software Hyperdent, per la fresatura è necessario che all'interno della cartella sia presente il file info.costruction., utile per le strategie e parametri di fresatura. Dopo aver collocato i pezzi all'interno del materiale grezzo, occorre analizzare le cavità di fresatura e permettere al software di calcolare eventuali sottosquadri o disparallelismi.

La presenza di disparallelismi non è un problema qualora si disponga di un fresatore, come ad esempio il fresatore imes350i, che disponga di meccanica a cinque assi simultanea. Infatti, la lavorazione a cinque assi è una lavorazione completa che combina tre assi lineari e due assi rotanti e, grazie ad un movimento ondulatorio, permette di arrivare nelle cavità con estrema facilità.

Conclusa l'attività di analisi delle cavità e inserita la giusta strategia di fresatura, si avvia il calcolo di fresatura. Ad avvenuto calcolo si apre una schermata con tutti i passaggi che il fresatore andrà ad eseguire. È possibile avviare la simulazione, per verificare che non ci siano problematiche in fase di fresatura, oppure passare direttamente alla fresatura dei denti in PMMA. A tale riguardo, occorre convertire il file su cui si è lavorato in un formato compatibile ad essere utilizzato con il fresatore (nel caso qui esemplificato, con fresatore imes350, sarà necessario convertire il file in formato NC).

Conclusa la fresatura del PMMA non resta che tagliare i perni di collegamento del pezzo fresato al blocco di materiale e rimuovere il pezzo, che deve solo essere inserito sulla struttura e stabilizzato.

A tale riguardo, occorre colmare, con della resina liquida, lo spazio del gap cemento, ovvero lo spazio tra il supporto e il dente. Questa fase di ribasamento permette alla resina di passare nei fori 14 dei supporti dentali 11 della struttura e polimerizzare con il PMMA dei denti 12, così da avere dei denti 12 saldati alla struttura. È possibile finalizzare il lavoro con della resina di colore rosa, andando a replicare la gengiva 17, per ottenere la protesi

finale 18, come mostrata in figura 6.

In conclusione, la descrizione consente di comprendere come il metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, in particolare di tipo Toronto consenta di ottenere una struttura affidabile e garantita a vita, con procedure operative relativamente semplici da replicare nei risultati e nello standard di performance.

La presente invenzione è stata descritta a titolo illustrativo, ma non limitativo, secondo sue forme preferite di realizzazione, ma è da intendersi che variazioni e/o modifiche potranno essere apportate dagli esperti nel ramo senza per questo uscire dal relativo ambito di protezione, come definito dalle rivendicazioni allegate.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

Barzanò & Zanardo

Rivendicazioni

1. Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, in particolare di tipo Toronto, comprendente le seguenti fasi:

- scansione dei modelli e dei punti di repere dei denti in fase di pre-bonifica,

- modellazione anatomica mediante allineamento dei modelli precedentemente scansionati, inclusa la progettazione del canale delle viti e dei connettori di collegamento tra i denti,

- realizzazione di un provino dei denti in resina prototipata, comprensivo di canali per le viti di fissaggio sugli impianti,

- progettazione della struttura di supporto della protesi fissa dentale multipla, comprendente una pluralità di pilastri implantari (10) e supporti dentali (11) per i denti (12), ottenuti mediante riduzione delle misure dei denti del provino precedentemente realizzato, e di connettori (13) di collegamento di ciascun pilastro (10) e supporto dentale (11) con i pilastri (10) e/o supporti dentali (11) adiacenti,

- realizzazione della struttura di supporto,

- scansione della struttura di supporto precedentemente realizzata,

- modellazione anatomica dei denti mediante allineamento della scansione della struttura di supporto con quelle dei modelli dei denti precedentemente scansionati e progettazione del collegamento tra i denti (12) e la struttura,

- realizzazione della protesi dei denti,

- unione della protesi alla struttura mediante inserimento di un legante, preferibilmente un cemento bicomponente, tra la struttura e la protesi e polimerizzazione dello stesso.

2. Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta modellazione anatomica è eseguita digitalmente con sistemi di progettazione assistita da elaboratore elettronico (Computer Aided Design o CAD).

3. Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detta scansione dei modelli e dei punti di repere dei denti in fase di pre-bonifica comprende le seguenti scansioni:

- Modello Pre-Bonifica,

- Modello con vallo occlusale in cera,

- Modello Master,

- Modello Master con scan-body inseriti,

- Modello Antagonista, e

- Modelli montati in articolatore.

4. Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che durante detta scansione del modello con vallo occlusale devono essere rilevati la linea mediana, la linea del sorriso, la posizione dei canini, la lunghezza dei denti e il picco gengivale.

5. Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta scansione dei modelli e dei punti di repere dei denti in fase di pre-bonifica comprende la scansione delle rughe palatine.

6. Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto provino in resina protitipata è ottenuto tramite stampa 3D.

7. Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato

dal fatto che detta fase di progettazione della struttura di supporto della protesi fissa dentale multipla, comprende la progettazione di uno o più fori (14) nei supporti dentali (11) della struttura.

8. Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fase di realizzazione della protesi dei denti avviene mediante fresatura.

9. Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta protesi dei denti è realizzata in polimetilmetacrilato (PMMA).

10. Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fase di unione della protesi sulla struttura mediante inserimento di un legante tra la struttura e la protesi è realizzata utilizzando un cemento bicomponente e una resina di colore rosa.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

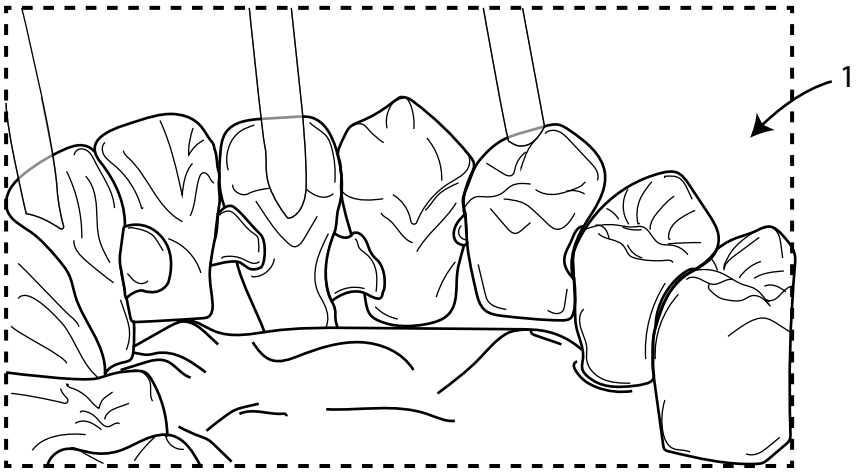


Fig. 1

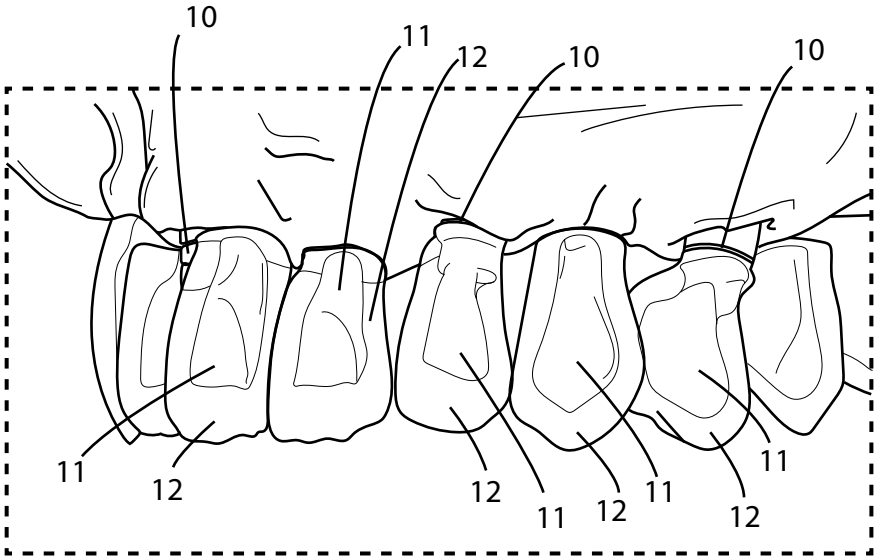


Fig. 2

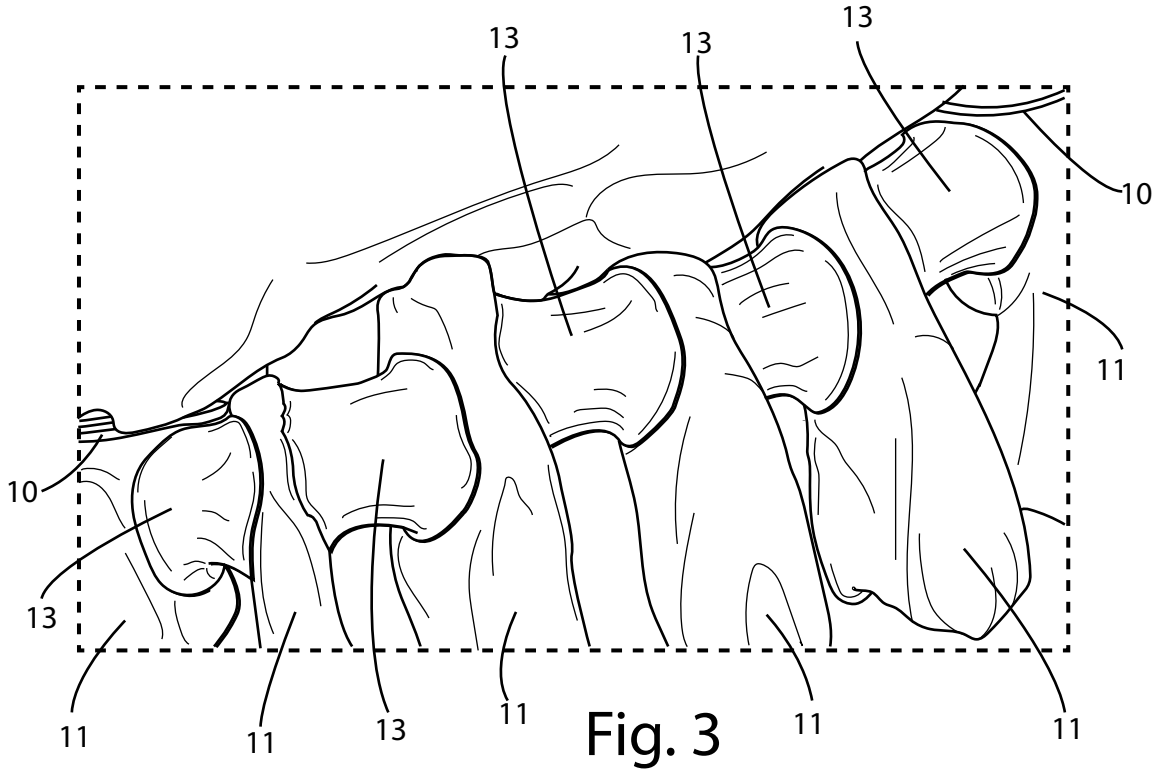


Fig. 3

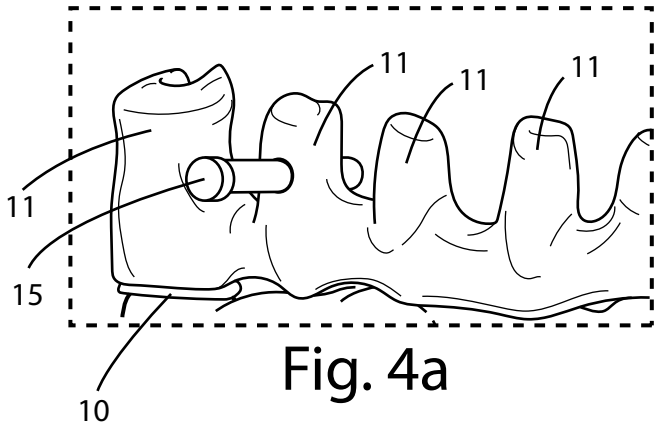


Fig. 4a

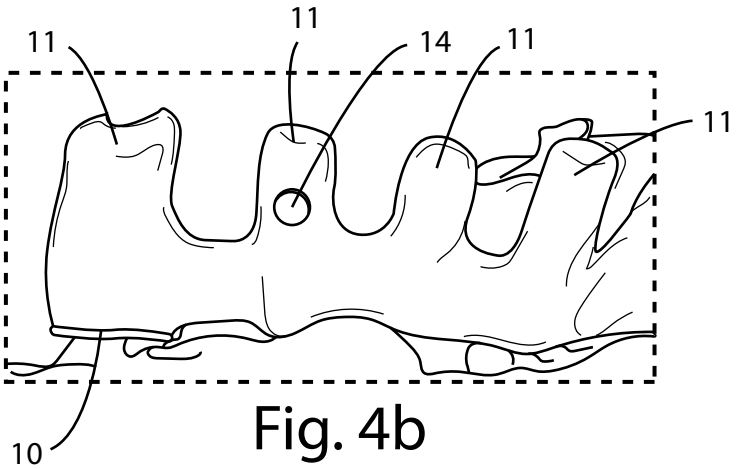


Fig. 4b

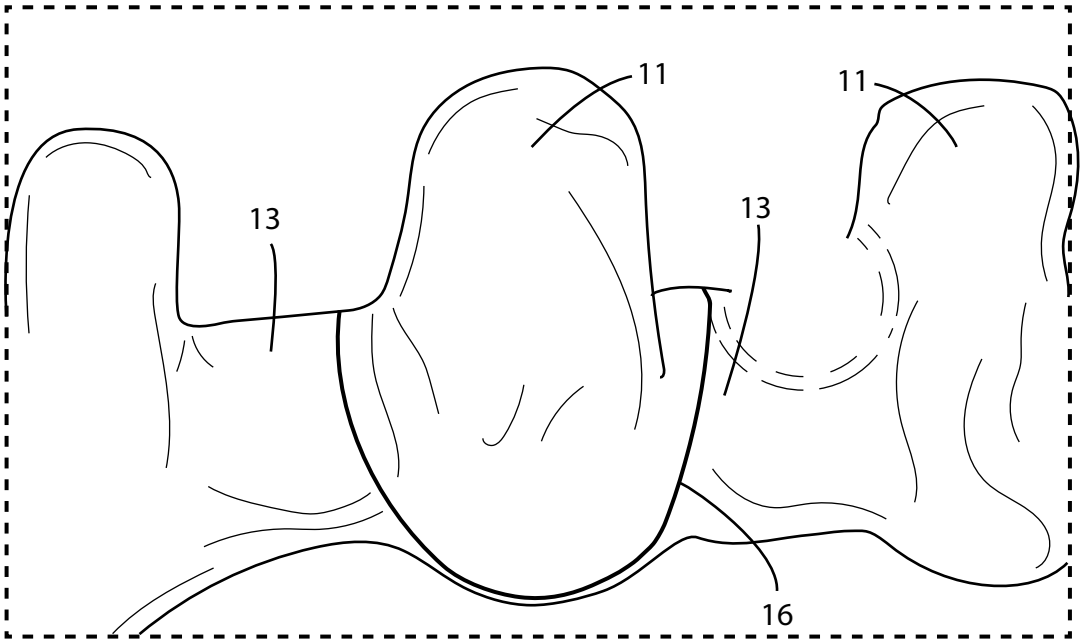

11
11
13
13
16

Fig. 5

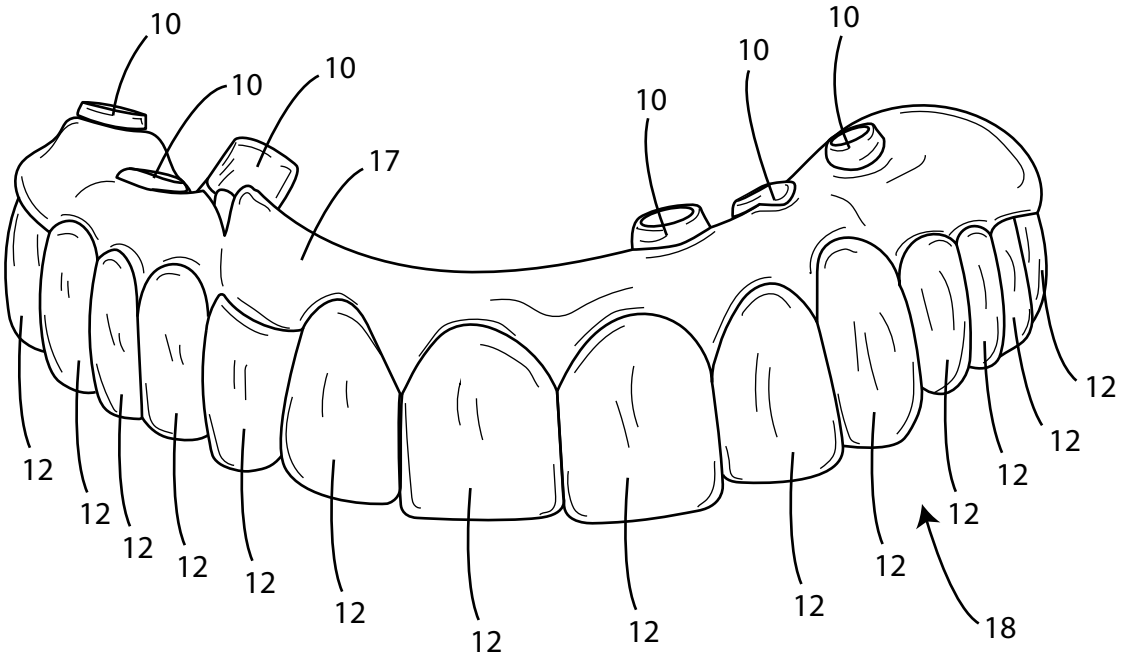

10
10
10
10
10
10
17
12
12
12
12
12
12
12
12
12
12
12
12
18

Fig. 6

Barzanò & Zanardo

RIASSUNTO

Metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, in particolare di tipo Toronto

* * *

L'invenzione riguarda un metodo di progettazione e realizzazione di una protesi fissa dentale multipla, in particolare di tipo Toronto, comprendente le seguenti fasi:

- scansione dei modelli e dei punti di repere dei denti in fase di pre-bonifica,

- modellazione anatomica mediante allineamento dei modelli precedentemente scansionati, inclusa la progettazione del canale delle viti e dei connettori di collegamento tra i denti,

- realizzazione di un provino dei denti in resina prototipata, comprensivo di canali per le viti di fissaggio sugli impianti,

- progettazione della struttura di supporto della protesi fissa dentale multipla, comprendente una pluralità di pilastri implantari (10) e supporti dentali(11) per i denti (12), ottenuti mediante riduzione delle misure dei denti del provino precedentemente realizzato, e di connettori (13) di collegamento di

ciascun pilastro (10) e supporto dentale (11) con i pilastri (10) e/o i supporti dentali (11) adiacenti,

- realizzazione della struttura di supporto,

- scansione della struttura di supporto precedentemente realizzata,

- modellazione anatomica dei denti mediante allineamento della scansione della struttura di supporto con quelle dei modelli dei denti precedentemente scansionati e progettazione del collegamento tra i denti e la struttura,

- realizzazione della protesi dei denti,

- saldatura della protesi sulla struttura mediante inserimento di una resina tra la struttura e la protesi e polimerizzazione della resina.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.