

Introduzione

Le problematiche ortodontiche sono causa di disagio estetico e funzionale per i pazienti. Esistono numerose tecniche ortodontiche ad oggi fra cui la più recente riguarda l'utilizzo di mascherine termoplastiche trasparenti, confortevoli e quasi invisibili. La progettazione dei dispositivi viene effettuata tramite l'utilizzo di tecniche CAD. Al momento non sono ben note le reali interazioni fisiche tra la mascherina ortodontica e i denti e soprattutto l'effetto del trattamento sulle strutture sottostanti (legamenti parodontali, osso).



Mascherina ortodontica.

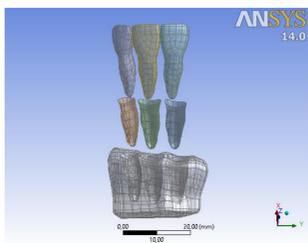
Obiettivi:

- Creazione di un modello ad elementi finiti per la simulazione di un trattamento ortodontico con mascherine
- Ottimizzazione del materiale e dello spessore delle mascherine;
- Scelta di dispositivi ausiliari da utilizzare durante il trattamento (attacchi in composito, introflessioni);



Esempio di trattamento virtuale.

Ricostruzione geometrie



Ricostruzione delle strutture anatomiche dentali

Per la ricostruzione delle parti anatomiche in studio sono state utilizzate tecniche di scansione ottica (per ottenere la parte coronale del dente) e tecniche radiografiche (CBCT) per ottenere informazioni sulle strutture osse e sulle radici dentali. Il legamento parodontale è stato costruito a partire dalla geometria completa del dente supponendolo di spessore costante di 0.2 mm e situato in tutta la regione compresa tra radice dentale e osso. Per la mascherina è stato definito uno spessore costante di 0.7 mm.

Modello FEM

Le proprietà meccaniche dei materiali in uso sono state ricavate dalla letteratura esistente. Per il legamento parodontale è stato utilizzato un modello elastico lineare che rappresenta con buona approssimazione il comportamento dello stesso nella fase iniziale del trattamento. Le superfici esterne dell'osso rappresentano il supporto fisso del modello. La mascherina ed i legamenti vengono modellati come elementi shell.

	Dente	Legamento parodontale	Ossso Corticale	Mascherina	Attacco
Modulo di Young [Mpa]	13800	0.059	20000	500	13800
Coefficiente di Poisson	0.3	0.45	0.3	0.3	0.3

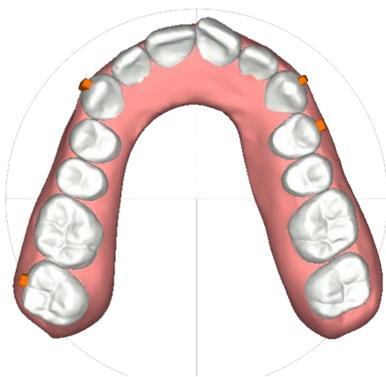
Valori di Modulo di Young e coefficiente di Poisson utilizzati.

Simulazione

Le simulazioni sono state effettuate in regime quasi statico. Come primo esempio è stato simulato un movimento di rotazione di 2° rispetto al suo asse principale di un incisivo centrale superiore. La simulazione è stata effettuata in 2 modalità differenti:

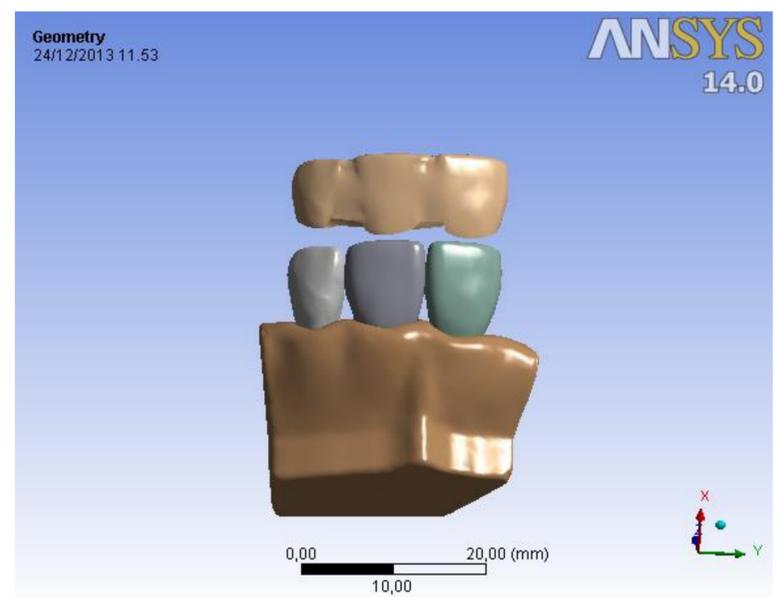
- Con una mascherina semplice;
- Con l'ausilio di un attacco in composito posizionato sul dente;

Per entrambe le modalità sono state effettuate due differenti simulazioni. Una riguardante la fase di spostamento dentale e l'altra che simulasse anche la fase di calzaggio della mascherina.



Visione oclusale dell'arcata superiore con attacchi in composito.

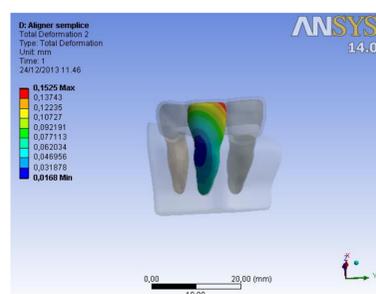
Gli attacchi sono costituiti di materiale composito e vengono polimerizzati sulla superficie dentale per favorire alcuni movimenti ortodontici.



Modello ad elementi di finiti di una porzione di arcata dentaria e della mascherina ortodontica.

Risultati

I risultati preliminari mostrano che il modello ad elementi finiti creato è in grado di prevedere in modo soddisfacente i movimenti dentali che si ottengono attraverso l'utilizzo di mascherine ortodontiche. Non sembrano esserci al momento differenze significative tra i risultati ottenuti nelle differenti tipologie di simulazione.



Risultato della simulazione su un incisivo centrale superiore.

Sviluppi futuri

Le prossime fasi di lavoro prevedono:

- Lo sviluppo di un modello di arcata completa;
- La simulazione di differenti movimenti dentali e una combinazione di essi;
- La simulazione di un trattamento nel tempo valutando le sollecitazioni a livello dei legamenti;
- La validazione del modello attraverso tecniche sperimentali (strain gauges, fotoelasticità).