


MODULO RICHIESTE AUTORE

	Rivista: MOR	Si prega di trasmettere questo modulo per e-mail o per fax a:
	Articolo numero: 88	Lidia Adami - e-mail: l.adami@elsevier.com Fax: +39 02 93661579 or +39 02 88184.342

Egregio Prof./Dott.

Nella preparazione del suo manoscritto per l'impaginazione sono stati riscontrati alcuni problemi nel testo che abbiamo dettagliato nella sezione Domande e/o segnalazioni* (vedi sotto). La invitiamo a effettuare un attento controllo della bozza, inserendo le revisioni direttamente nel file PDF oppure nella sezione Risposte Autore** (v. sotto). Le revisioni possono essere trasmesse anche via mail o in un file di word separato dettagliando il n. di pg, colonna e riga dove effettuare le correzioni o trascrivendole nel PDF cartaceo e inviandole per fax ai numeri sopra indicati. La invitiamo a consultare il sito: <http://www.elsevier.com/artworkinstructions> nel caso le immagini o i tratti a corredo del testo necessitano di particolari requisiti tecnici.

Utilizzo dei file elettronici (a cura di ELSEVIER)

Si segnala che il file elettronico dell' articolo e/o le immagini non erano elaborabili; abbiamo pertanto proceduto:

- Scannerizzando (parte) del suo articolo Ridigitando (parte) del suo articolo
 Scannerizzando le immagini

Domande e/o segnalazioni

Voci bibliografiche non citate nel testo: Per favore, si assicuri che tutti i riferimenti bibliografici citati in Bibliografia siano stati inseriti nel testo. Inserisca nel testo le voci omesse oppure le elimini dalla lista bibliografica alla fine del lavoro.		
Riferimenti bibliografici non citati in Bibliografia: Per favore, si assicuri che tutte le voci bibliografiche citate nel testo siano presenti nella sezione Bibliografia alla fine del lavoro. Inserisca in bibliografia le voci omesse oppure le elimini dal testo.		
Segnalazioni nell'articolo	*Domande/segnalazioni	**Risposte Autore
	Nessuna domanda.	

La ringraziamo per la sua cortese collaborazione.

**Ricevuto il:**

18 ottobre 2011

Accettato il:

30 aprile 2012

Disponibile online:

xx xx xxxx

Ancoraggio in ortodonzia. Revisione della letteratura

Orthodontic anchorage. A literature review

B. Monti, S. Salvadori, S. Tripodi, G. Sesso, C. Maspero, G. Farronato*

Scuola di Specializzazione in Ortognatodonzia (Direttore: Prof. G. Farronato),
IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico, Università di Milano

Parole chiave:

Ancoraggio
Movimenti dentali
Ortodonzia
Biologia dell'ancoraggio
Movimenti
nell'ancoraggio

Key words:

Anchorage
Dental movements
Orthodontics
Anchorage biology
Anchorage and
movements

***Autore di riferimento:**

giampietro.farronato@
unimi.it
(G. Farronato)

Riassunto

Obiettivi. Per ancoraggio si intende resistenza a un movimento dentale indesiderato. L'obiettivo di questo studio è quello di analizzare il background biologico per un corretto controllo dell'ancoraggio e di valutare le differenti possibilità di ancoraggio a seconda del tipo di movimento da ottenere.

Materiali e metodi. È stata effettuata una revisione critica della letteratura con un approccio di tipo sistematico. La ricerca degli articoli scientifici è stata effettuata sul database della US National Library of Medicine tramite il servizio PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed). Le parole chiave stabilite sono state "anchorage and orthodontics". Sono stati selezionati solamente alcuni articoli di cui è stato ricercato e valutato il testo integrale.

Risultati. Un buon ancoraggio dipende dall'attività cellulare del sistema parodontale. Da un punto di vista biologico il miglior ancoraggio prevede un parodonto privo di qualsiasi cambiamento nel turn over tissutale. Questo risulta possibile se le forze che agiscono sul legamento parodontale e sull'osso circostante rimangono al di sotto della soglia che promuove il movimento dentale.

Conclusioni. Lo scopo della biomeccanica è quello di minimizzare gli effetti collaterali indesiderati e quello di massimizzare gli spostamenti dentali desiderati.

© 2012 Elsevier Srl. Tutti i diritti riservati.

Abstract

Objectives. Anchorage is resistance to an unwanted dental movement. The aim of this study is to analyze the biologic background for a correct control of the anchorage and to evaluate the different kinds of anchorage depending on the movement to be obtained.

Materials and methods. A systematic revision of the literature on orthodontic anchorage has been done on US National Library of Medicine on Medline database (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed). Keywords chosen were: "orthodontic and anchorage". Fifteen articles were chosen: the full texts were evaluated.

Results. A good anchorage depends on the cellular activity of the periodontal system. From a biologic point of view the best anchorage is seen when there are no changes in the periodontal turn over. This can be obtained when the forces acting on the periodontal ligament and on the periodontal bone do not exceed the threshold promoting a dental movement.

Conclusions. The aim of the biomechanical forces is to minimize the unwanted side effects and to maximize the desired dental movements.

© 2012 Elsevier Srl. All rights reserved.

B. Monti et al.

Introduzione

Per ancoraggio si intende resistenza a un movimento dentale indesiderato. Il Clinico si serve di un'apparecchiatura per produrre dei movimenti dentali desiderati, tenendo in considerazione che per la terza legge di Newton a ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria.

L'ancoraggio, pertanto, è la resistenza alle forze di reazione fornite dai denti, o dal palato, o dalla testa o dal collo per quanto riguarda le trazioni extra-orali, o da impianti endosse.

L'ancoraggio può essere:

- *Massimo*, quando l'unità di ancoraggio non subisce lo spostamento o avanza di un terzo dello spazio a disposizione;
- *Medio*, quando l'unità di ancoraggio avanza da un terzo a due terzi dello spazio disponibile;
- *Minimo*, quando l'unità di ancoraggio avanza più di due terzi dello spazio a disposizione;
- *Assenza di ancoraggio*, quando i denti si devono muovere di pari entità.

Nel pianificare il trattamento, non bisogna tener conto solo dei denti il cui movimento è desiderato. Infatti quando si applica un sistema di forze su uno o più denti si vengono a creare due sistemi:

1. il primo, rappresentato dalla forza attiva applicata o dalla forze reattiva dell'osso che si oppone al movimento dei denti;
2. il secondo, nella zona di ancoraggio con la forza attiva uguale e contraria a quella applicata sui denti interessati con la relativa reazione dei tessuti di sostegno.

Bisogna, quindi, sempre valutare completamente il risultato della combinazione di forze prodotte da un determinato sistema per un corretto uso delle stesse in ortodonzia.

Scopo di questo studio è quello di esaminare l'ancoraggio ortodontico da un punto di vista biologico, in particolare l'impatto del sistema di forze ortodontiche e occlusali sulla risposta cellulare del parodonto che supporta l'ancoraggio dentale. L'obiettivo sarà anche quello di considerare anche le situazioni di possibile perdita di ancoraggio.

Materiali e metodi

Questo lavoro consiste in una revisione critica della letteratura effettuata con un approccio di tipo sistematico allo scopo di analizzare il background biologico per un corretto controllo dell'ancoraggio. Il protocollo stilato prima di procedere alla revisione comprende criteri di inclusione ed esclusione che hanno determinato la scelta o meno di ogni articolo. La ricerca degli articoli scientifici è stata effettuata sul database della *US National Library of Medicine* tramite il servizio PubMed, (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez/query.fcgi>) e su libri internazionali attinenti all'argomento in questione.

Le parole chiave stabilite: "anchorage AND Orthodontics" sono state inserite su PubMed e nel tentativo di concentrare la ricerca furono posti i seguenti limiti:

- Anno di pubblicazione compreso tra il 1967 e il 2011;
- Tipo di studio: RCT, review e meta-analysis;
- Lingua di pubblicazione inglese ed italiano;
- Pubblicazione su dental journals.

La ricerca mostra 1.545 articoli (rct, review).

Tra gli articoli trovati ne sono stati selezionati alcuni, di cui è stato ricercato il full text, escludendo gli articoli aventi scopo e risultati non attinenti con il nostro obiettivo.

Risultati

Il background biologico dell'ancoraggio

Un buon ancoraggio riflette la stabilità dell'unità reattiva e dipende dall'attività cellulare del parodonto. Da un punto di vista biologico il miglior ancoraggio prevede un parodonto privo di qualsiasi cambiamento nel turnover tissutale. Questo risulta possibile se le forze che agiscono sul legamento parodontale e sull'osso circostante rimangono al di sotto della soglia che promuove il movimento dentale. Il legamento parodontale e il circostante osso alveolare sono caratterizzati da un turnover determinato da fattori locali e sistemici [1]. Un'occlusione stabile è

caratterizzata da un equilibrio di forze che agiscono sugli elementi dentari. In una situazione di ancoraggio ideale questo equilibrio viene mantenuto.

L'applicazione delle forze ortodontiche disloca i denti incastonati nel legamento parodontale viscoelastico. Successivamente l'osso circostante è deformato e questo è registrato dagli osteociti. Attraverso un complesso sistema di comunicazione *cell to cell*, gli osteociti promuovono la differenziazione delle cellule staminali lungo la superficie alveolare e nell'osso adiacente [2]. In circa 2 giorni il numero di osteoblasti e osteoclasti aumenta e, se la vascolarizzazione del legamento parodontale viene mantenuta, la parete alveolare inizia a riassorbirsi nella direzione della forza applicata [3]. Se i vasi vengono completamente compressi allora le cellule moriranno per ischemia e si svilupperanno aree ialinizzate. Durante il periodo di ialinizzazione le cellule di rivestimento della superficie alveolare scompariranno e, contemporaneamente, gli osteoclasti si differenzieranno in spazi midollari per iniziare la rimozione di osso tramite un processo erosivo. Non può avvenire nessun movimento dentale finché l'osso privato delle cellule di rivestimento non viene rimosso [4].

Il mantenimento di ancoraggio si basava tradizionalmente su un'ipotesi, come sostenevano Quinn e Yoshikawa [5], riguardante l'esistenza di una relazione lineare tra la forza e il grado di movimento dentario. Ne consegue che l'uso di più elementi nell'unità reattiva rispetto all'unità attiva permettesse una maggior distribuzione del carico, mantenendo così la forza al di sotto della soglia di ogni singolo dente presente nell'unità di ancoraggio. Questa ipotesi tuttavia non rimane valida. Weinstein nel 1967 [6] dimostrò che lo spostamento di un singolo elemento è possibile con una forza anche inferiore ai 4g. Successivamente diversi autori dimostrarono che non c'è una relazione tra l'ampiezza della forza e grado di dislocazione e che le variazioni individuali sovrastano le variazioni di forza [7]. Inoltre Brudvik e Rygh [4] riportarono che anche forze lievi possono essere in grado di generare ialinizzazione intorno all'unità attiva. Perciò, è come se il livello di forza agente sull'unità reattiva corrispondesse alla forza necessaria per lo spostamento e conduca ad una perdita di ancoraggio.

Considerando la durata dello stimolo, è stato dimostrato che anche il posizionamento di una banda e un carico meccanico di breve durata sono sufficienti ad attivare la popolazione cellulare del legamento parodontale [8]. La soglia minima del livello di forza necessario a produrre movimento dentale non è ancora conosciuto ma sappiamo che questo dipende dalla risposta individuale all'interazione tra le forze ortodontiche e occlusali. Di conseguenza l'ipotesi che più denti offrano automaticamente più resistenza al movimento dentale non può essere supportata [9]. Diversi 'dispositivi di ancoraggio' sono usati sia per la preparazione dell'ancoraggio sia per il mantenimento dello stesso. Questi sono generalmente inseriti prima dell'onset delle meccaniche attive. Quando il trattamento inizia con la fase di 'preparazione all'ancoraggio' [10], l'attività cellulare viene stimolata inizialmente a livello dell'unità di ancoraggio. Quando la retrazione inizia, l'attività cellulare nel tessuto parodontale dell'unità attiva andrà diminuendo, mentre sarà attivata in maniera intensiva la popolazione cellulare situata nell'unità di ancoraggio. Poiché è l'attività cellulare del parodonto che facilita i movimenti dentali, è raccomandabile, da un punto di vista biologico, accrescere l'attività cellulare a livello degli elementi che sarà necessario spostare e mantenere quiescente la popolazione cellulare che si trova nell'unità di ancoraggio. Perciò il principio riguardante la preparazione dell'ancoraggio è in completa contraddizione con l'idea di mantenere l'attività cellulare il più inerte possibile nell'unità reattiva per raggiungere il massimo ancoraggio [9].

Rischi di perdita di ancoraggio

Una strategia alternativa per migliorare l'ancoraggio è di aumentare la rigidità degli archi inseriti nell'unità reattiva. A questo proposito archi transpalatali e linguiali vengono consigliati [11]. L'inserzione di un arco rigido può essere lo step finale, in seguito al livellamento, dopo un graduale aumento in dimensioni e rigidità dei fili. Paradossalmente, questa procedura aumenterebbe la perdita di ancoraggio. Infatti, raramente è possibile produrre un filo totalmente rigido e passivo in quanto, anche le attivazioni minori potrebbero alterare l'equilibrio cellulare

B. Monti et al.

e portare a una perdita di ancoraggio. Ci sono due possibili soluzioni per evitare tale perdita: o si adatta il filo ai modelli studio e si legano i brackets direttamente al filo prima del bonding oppure si salda direttamente il filo baseplates e in seguito si procede al bonding. La seconda soluzione viene consigliata se non sono programmati livellamenti successivi o movimenti intra-arco [9].

La *perdita di ancoraggio* [12], tuttavia, è una metodica di correzione delle malocclusioni quando si desidera ottenere movimenti reciproci. A volte sono i denti anteriori a fungere da ancoraggio, a volte i posteriori.

Si distinguono:

- la perdita di ancoraggio totale posteriormente sui due mascellari nei casi in cui i rapporti anteriori sono esteticamente buoni sul piano orizzontale, ma si desidera diminuire la dimensione verticale posteriore;
- la perdita di ancoraggio totale anteriore sui due mascellari nei casi di bi-protrusione;
- la perdita di ancoraggio antero-superiore che permette di ridurre la proalveolia superiore quando l'arcata inferiore è ben organizzata, anche se i molari superiori sono in II classe;
- la perdita di ancoraggio antero-superiore e postero-inferiore nei casi di II Classe div. 1 con estrazione;
- la perdita di ancoraggio antero-inferiore nei casi di III Classe.

Naturalmente sono possibili combinazioni delle diverse perdite di ancoraggio in base alle caratteristiche scheletriche e dentali [12].

Movimento dentale reciproco

In una situazione reciproca, le forze applicate ai denti o a segmenti d'arcata risultano uguali in intensità e modalità di distribuzione lungo il legamento parodontale. I denti essenzialmente identici, sono soggetti alla stessa forza distribuita in modo simile lungo il legamento parodontale e si muovono l'uno verso l'altro per un'identica quantità di spazio. Un esempio di ancoraggio dentale reciproco si ha quando due incisivi centrali superiori, separati da un diastema, vengono portati a contatto tramite l'applicazione di una molla attiva.

La capacità di ancoraggio di un dente è in rapporto alla superficie radicolare e quindi alla sua area di legamento parodontale. Tanto più grande è la

radice, tanto maggiore sarà la superficie su cui verrà distribuita la forza e viceversa.

Ancoraggio rinforzato

Più denti o una struttura extraorale coinvolti nell'ancoraggio permettono che la forza di reazione al movimento sia distribuita su una superficie di legamento parodontale più ampia, evitando in tal modo che le fibre parodontali di un singolo dente siano sottoposte a carichi pressori eccessivi e talora dannosi. Questo riduce la pressione sulle unità di ancoraggio.

Nel caso in cui, per esempio, successivamente all'estrazione di un primo premolare inferiore, si voglia arretrare in modo differenziato il settore frontale, viene rinforzato l'ancoraggio aggiungendo il secondo molare al segmento dentale posteriore. Questa situazione modifica il rapporto esistente tra le superfici radicolari coinvolte, cosicché una maggiore pressione sarà distribuita a carico del legamento parodontale del settore frontale, determinando prevalentemente un arretramento degli elementi dentali anteriori, rispetto alla mesializzazione dei denti posteriori, evitando in tal modo che le fibre parodontali di un singolo dente siano sottoposte a carichi pressori eccessivi e talora dannosi. Mantenere bassa la forza riduce al minimo il trauma e il dolore e rende possibile creare un ancoraggio sfruttando vantaggiosamente le diverse aree nei settori di ancoraggio.

Ancoraggio stazionario

Il termine si riferisce al vantaggio che si può ottenere contrapponendo un movimento corporeo di un gruppo di denti al movimento di tipping di un altro gruppo. Nel caso in cui sia stato estratto un premolare inferiore, l'utilizzo dell'apparecchiatura ortodontica è finalizzato alla chiusura dello spazio creato dalla mancanza dell'elemento dentale, tramite il movimento di versione in senso linguale del settore anteriore e il movimento corporeo del settore posteriore. La pressione che viene esercitata a carico degli elementi dentali anteriori è pari alla metà di quella che viene applicata al settore posteriore. Di riflesso, anche la forza di reazione dissipata sui denti posteriori e il loro movimento risultano ridotti della metà. Se il legamento parodontale occupa un'area uguale in entrambi i settori, il movimento di versione dei denti anteriori contrapposto al movimento corporeo degli elementi dentali posteriori,

determina un arretramento del settore anteriore pari al doppio della mesializzazione del settore posteriore. La realizzazione di tale strategia richiede l'impiego di forze leggere.

L'utilizzo di forze pesanti compromette severamente questo metodo di controllo dell'ancoraggio, in quanto produrrebbe un movimento del settore di ancoraggio superiore al previsto, al punto da rendere inferiore il movimento degli elementi dentali anteriori.

Effetti differenziali di forze molto pesanti

Se lo spostamento dentale è ostacolato dall'applicazione di forze molto pesanti è possibile utilizzare una modalità di ancoraggio in cui si verifichi il movimento del segmento dentale con la maggior superficie di legamento parodontale. Questo si verifica se l'intensità della forza applicata supera il limite in cui si osserva uno spostamento massimo del segmento dentale più piccolo, mentre quello più grande si trova al di sotto di tale limite. Si possono, però, avere effetti traumatici, quindi questo tipo di gestione dell'ancoraggio è sconsigliabile.

Ancoraggio corticale

Bisogna innanzitutto confrontare la diversa risposta dell'osso midollare rispetto a quello corticale. L'osso corticale è molto più resistente al riassorbimento e il movimento dentale è molto rallentato quando una radice lo incontra.

Alcuni autori [13] hanno suggerito di imprimere un torque alle radici dei denti posteriori, in modo da portarle contro i piatti corticali. I movimenti di torque sono limitati dalle corticali vestibolari e linguali. Se una radice viene forzata continuamente contro il piatto corticale, il movimento è molto rallentato e si determina un riassorbimento radicolare con possibile perforazione dell'osso corticale.

Discussione

Per ancoraggio si intende quindi una resistenza attuata nei confronti di un movimento dentale indesiderato. Dal momento che lo scopo della biomeccanica è quello di minimizzare gli effetti collaterali indesiderati e quello di massimizzare gli spostamenti dentali desiderati, la soluzione più ovvia per il controllo dell'ancoraggio è quella di concentrare le forze

necessarie per produrre un movimento dentale nel punto desiderato e di dissipare le forze di reazione distribuendole sul maggior numero possibile di denti, mantenendo la pressione sul legamento parodontale dei denti di ancoraggio la più bassa possibile.

La risposta dentale alle diverse pressioni, per cui una pressione più elevata produce uno spostamento dentale maggiore di quello indotto da una pressione più leggera, rende possibile muovere alcuni denti più di altri, anche se si osserva qualche movimento indesiderato.

Gli elementi dentali subiscono uno spostamento che inizialmente è proporzionale all'intensità della pressione applicata sul legamento parodontale. La pressione esercitata sul legamento parodontale è determinata dalla forza che viene utilizzata, divisa per l'area del legamento stesso, su cui la forza è distribuita. Il movimento dentale aumenta in proporzione alla pressione fino a un certo livello di forza, oltre il quale rimane costante, creando un plateau di pressione efficace dal punto di vista ortodontico e diminuendo quando l'entità della pressione stessa è troppo elevata. La forza ottimale per il movimento ortodontico è quindi la più leggera in grado di produrre una pressione tale da indurre una risposta massima [14]. L'applicazione di forze di maggiore entità, sebbene ugualmente efficaci nel produrre uno spostamento dentale, sarebbero eccessivamente traumatiche e andrebbero a sollecitare inutilmente l'ancoraggio.

Conclusioni

Alla luce di quanto esposto si può dunque concludere che, per un buon ancoraggio, bisogna considerare la stabilità dell'unità reattiva e l'attività cellulare del parodonto. Dal momento che il miglior ancoraggio prevede un parodonto privo di qualsiasi cambiamento nel turnover tissutale, è fondamentale che le forze che agiscono sul legamento parodontale e sull'osso circostante rimangano al di sotto della soglia che promuove il movimento dentale.

Conflitto di interessi

Gli autori dichiarano di non aver nessun conflitto di interessi.

B. Monti et al.

Finanziamenti allo studio

Gli autori dichiarano di non aver ricevuto finanziamenti istituzionali per il presente studio.

Bibliografia

1. Verna C, Melsen B, Melsen F. Differences in static cortical bone remodeling parameters in the human mandible and in the iliac crest. *Bone* 1999;25:577-83.
2. Marotti G. The structure of bone tissues and the cellular control of their deposition. *Ital J Anat Embryol* 1996; 101:25-79.
3. Khouw FE, Goldhaber P. Changes in vasculature of the periodontium associated with tooth movement in the rhesus monkey and dog. *Archs Oral Biol* 1970;15:1125-32.
4. Brudvik P, Rygh P. Non-clast cells start orthodontic tooth resorption in the periphery of hyalinized zones. *Eur J Orthod* 1994;15:467-80.
5. Quinn RS, Yoshikawa DK. A reassessment of force magnitude in orthodontics. *Am J Orthod* 1985;88: 252-60.
6. Weinstein S. Minimal forces in tooth movement. *Am J Orthod* 1967;53:881-903.
7. Owman-Moll P, Kuroi J. The early reparative process of orthodontically induced root resorption in adolescent: location and type of tissue. *Eur J Orthod* 1998;20:727-32.
8. Gibson JM, King J, Keeling SD. Long term orthodontic tooth movement response to short-term force in the rat. *Angle Orthod* 1992;62:211-5.
9. Melsen B, Verna C. A rational approach to orthodontic anchorage. *Prog Orthod* 1999;1:10-22.
10. Klontz HA. Tweed-Merrifield sequential directional force treatment. *Semin Orthod* 1996;2:254-67.
11. Burstone CJ, Manhartberger C. Precision lingual arches: passive applications. *J Clin Orthod* 1988;22: 444-51.
12. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Ortodonzia Moderna*. Elsevier; 2001.
13. Paulus C, Hartmann C. Orthodontic anchorage. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2011;112(5):304-8. [Epub 2011 Oct 5]
14. Quinn RS, Yoshikawa DK. A reassessment of force magnitude in orthodontics. *Am J Orthod* 1985;88:252-60.