

## METODICHE PER LA DISTALIZZAZIONE DEL CANINO MEDIANTE APPARECCHIATURE FISSE: CONSIDERAZIONI BIOMECCANICHE

Dr. Gabriele Floria, Dr. Lorenzo Franchi, Dr. Turi Bassarelli

### Introduzione

Negli ultimi anni si è assistito ad un sempre maggiore interesse da parte degli operatori in campo ortodontico verso le problematiche collegate alla distalizzazione dei canini permanenti. Tale movimento dentale si rende necessario al fine di operare unachiusura dello spazio creato terapeuticamente in arcata per risolvere problemi ortodontici di varia natura e gravità. Infatti, in presenza di anomalie del livello dentale quale un affollamento grave in genere localizzato a livello dei settori anteriori dell' arcata, dovuto a disarmonia dento-mascellare in eccesso (ovvero ad una sproporzione tra volume dentale e lo spazio disponibile sulle arcate), bisogna prendere inevitabilmente in considerazione l'avulsione di alcuni elementi dentali, in genere i primi premolari. L'avulsione dei primi premolari seguita da distalizzazione del canino trova indicazione anche nel caso di anomalie dento-alveolari sagittali quali la biprotrusione dento-alveolare o la protrusione superiore o inferiore dento-alveolare. Ancora nel caso di anomalie basali sagittali, quali la protrusione superiore basale con rapporto intermolare di II classe o la protrusione inferiore con rapporto intermolare di III classe, può essere indicata come soluzione di compromesso, in genere in pazienti adulti, l'avulsione dei primi premolari superiori nel primo caso e dei primi premolari inferiori nel secondo caso, seguita da distalizzazione del canino e arretramento del settore incisivo.

La continua evoluzione delle metodiche terapeutiche che utilizzano attacchi diretti e i contributi sperimentali sui meccanismi biologici che regolano il movimento ortodontico, hanno consentito notevoli progressi nella comprensione di quei fattori che permettono di ottenere spostamenti dentali con minimo danno tessutale e senza eccessivo fastidio per il paziente. Al fine di una corretta utilizzazione di metodiche ortodontiche fisse sempre più sofisticate viene richiesta da parte del clinico una conoscenza sempre più approfondita di quelle che sono le problematiche di carattere biomeccanico dello spostamento dentale e delle proprietà meccaniche delle leghe dei fili ortodontici.

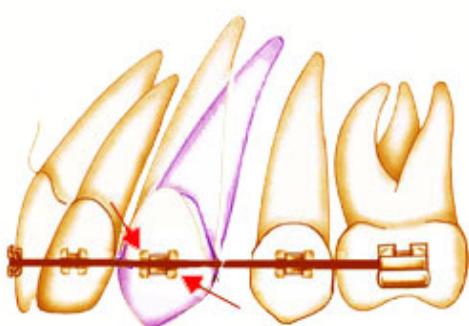
Obiettivo del presente lavoro è quello di analizzare le caratteristiche biomeccaniche delle metodiche di distalizzazione del canino mediante apparecchiature ortodontiche fisse.

### Sistemi frizionanti e non-frizionanti

Allo scopo di distalizzare un canino mediante apparecchiature fisse si possono usare principalmente due metodiche : 1) frizionante e 2) non frizionante.

1) La metodica frizionante (o meccanica per scorrimento) prevede che il movimento di distalizzazione del canino avvenga per scorrimento dell'attacco del canino su un arco continuo o su un segmento di filo (sezionale) dal canino al primo o al secondomolare. La forza distalizzante viene generata da un elastico o da una molla a spirale chiusa dall'attacco del canino al primo molare permanente. L'unità di ancoraggio ovvero quegli elementi dentali del settore posteriore che si oppongono alla reazione della molla che tenderebbe a provocarne una mesializzazione, è in genere costituita dal secondo premolare, dal primo

molare permanente ed eventualmente dal secondo molare permanente che vengono solidarizzati tra loro mediante legatura metallica continua. Il secondo molare permanente può essere incluso all'interno dell'unità di ancoraggio posteriore in tutti quei casi in cui si voglia limitare al massimo la mesializzazione del settore posteriore durante chiusura dello spazio. È possibile ricorrere a mezzi ausiliari di rinforzo dell'ancoraggio quali la barra transpalatina (in filo di acciaio tondo .035") a livello dei primi molari o una trazione extraorale quando si desidera ottenere una chiusura dello spazio esclusivamente per distalizzazione del canino. I sistemi frizionanti sono caratterizzati dal fatto che un certo grado di frizione si sviluppa sempre tra il filo e l'attacco. Il livello di frizione sviluppato dipende dalla entità della inclinazione generata in seguito all'applicazione della forza a livello dell'attacco, ma anche dal materiale dell'attacco ortodontico e del filo utilizzati. Attacchi in acciaio "scivolano" con relativa facilità su fili in acciaio. Fili che contengono una certa percentuale di titanio (fili betatitanio o fili nichel-titanio) presentano una superficie più ruvida rispetto ai fili di acciaio e quindi offrono una frizione maggiore durante lo scorrimento degli attacchi su di essi. Attacchi in ceramica presentano a loro volta una superficie più ruvida e quindi più frizionante rispetto agli attacchi in acciaio. Tutti questi fattori fanno sì che il sistema di forze sviluppato all'attacco di un dente con una metodica di tipo frizionante sia altamente imprevedibile dal punto di vista biomeccanico. Per poter spostare un dente facendolo "scivolare" lungo un arco è necessario quindi applicare una forza di entità tale da vincere la frizione e provocare il movimento del dente. La difficoltà maggiore è quella di valutare esattamente l'entità della forza distalizzante. Se infatti la forza necessaria per vincere la frizione viene sovrastimata si può raggiungere un livello tale da determinare una mesializzazione indesiderata dell'unità di ancoraggio posteriore (1). In relazione al grado di elasticità del filo utilizzato durante lo scorrimento dell'attacco sul filo possono insorgere due tipi di problemi (2):

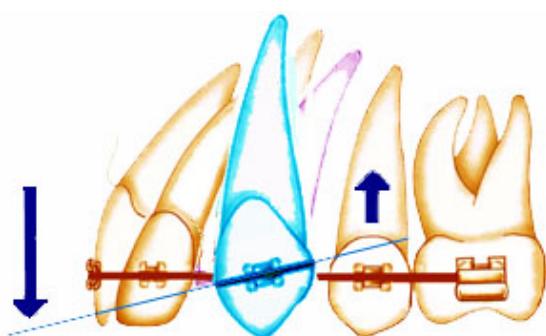


a prove sperimentali in vitro.

b) Nel caso in cui si utilizzi un filo di maggiore elasticità esso tende a flettersi in seguito all'applicazione della forza sul canino da distalizzare

Il dente tende ad inclinarsi e nello stesso tempo i denti del settore anteriore vengono sottoposti ad una forza estrusiva in seguito alla flessione del filo (Fig. 2). Tale flessione del filo fa sì che si sviluppi un momento che determina il raddrizzamento radicolare del canino. In

questo caso quindi è possibile ottenere una distalizzazione corporea del dente accompagnata però da effetti collaterali difficilmente controllabili.



2) Le metodiche non-frizionanti per la distalizzazione del canino prevedono l'utilizzazione di molle con anse di chiusura che collegano direttamente il canino con l'unità di ancoraggio posteriore. Generalmente si ritiene che l'utilizzazione di una meccanica non

frizionante comporti una maggiore complessità legata alla costruzione delle molle con anse di chiusura e alla loro gestione clinica. Tuttavia, attualmente, la maggior parte delle molle più utilizzate sono disponibili sul mercato preformate. Rispetto alla metodica frizionante una metodica non frizionante presenta i seguenti vantaggi:

- non si genera frizione tra l'attacco e il filo;

- l'entità della forza applicata è facilmente valutabile clinicamente;
  - il rapporto momento/forza a livello del canino e dell'unità di ancoraggio posteriore è prevedibile e controllabile durante il movimento di distalizzazione.
- Secondo Burstone (3) una molla con anse di chiusura per la distalizzazione del canino può essere descritta attraverso tre caratteristiche principali:

1. rapporto momento forza (M/F) applicato a livello dell'attacco del dente, il cui valore determina la posizione del centro di rotazione durante il movimento ortodontico;
2. rapporto carico/deflessione (F/D) della molla ovvero la forza prodotta dalla molla per unità di attivazione;
3. forza massima (Fmax) che la molla è in grado di rilasciare senza deformazione permanente.

Idealmente in una molla per la distalizzazione del canino questi tre fattori dovrebbero essere in grado di determinare rispettivamente :

1. controllo del centro di rotazione;
2. mantenimento di livelli di forza ideali durante il movimento ortodontico;
3. utilizzazione di livelli di forza ottimali per il movimento ortodontico.

### Controllo del centro di rotazione

Il centro di rotazione durante la distalizzazione del canino dovrebbe essere controllato in maniera che esso si modifichi il meno possibile durante il movimento ortodontico. Il mantenimento di un costante rapporto M/F durante la distalizzazione del canino è forse la caratteristica più importante da un punto di vista biologico. Infatti, il rapporto M/F, e quindi il centro di rotazione determinato dalla molla, è in grado di influenzare direttamente la distribuzione delle forze di compressione e di tensione a livello parodontale e quindi il conseguente grado e tipo di reazione cellulare.

Il rapporto M/F ideale a livello dell'attacco ortodontico del canino è quello che è in grado di indurre un movimento di traslazione (centro di rotazione all'infinito). Da un punto di vista biologico infatti il movimento di traslazione è quello che determina una distribuzione più uniforme possibile della forza a livello del legamento parodontale. Infatti, nel caso di un movimento di inclinazione del dente con centro di rotazione a livello dell'apice (inclinazione controllata) il massimo stress a livello parodontale si concentra sulla cresta ossea marginale, mentre il minimo stress sarà a livello dell'apice radicolare. Inoltre il movimento corporeo del canino durante la distalizzazione ci consente di evitare movimenti aggiuntivi di raddrizzamento radicolare che si rendono obbligatori dopo distalizzazione attraverso un movimento di inclinazione controllata.

Da una indagine condotta da Weine (4) su più di 9000 soggetti risultano che in media una traslazione del canino può essere ottenuta con un rapporto M/F all'attacco pari a 11. Secondo Burstone (3) tale valore dovrebbe aggirarsi intorno a 10. Si tratta tuttavia di valori di riferimento in quanto, vari fattori sono in grado di influenzare il valore del rapporto M/F per la traslazione di un canino: posizionamento dell'attacco, lunghezza della radice, livello della cresta ossea marginale, inclinazione assiale del dente. Questi fattori, quindi, devono essere presi in considerazione attentamente nella valutazione dei singoli casi.

Per quanto riguarda l'unità di ancoraggio nei sistemi non frizionanti essa generalmente è costituita dal secondo premolare, dal primo molare permanente, e, se richiesto dal secondo molare permanente. Questi elementi dentali nella tecnica di Burstone (3) definita "segmentata", che prevede l'utilizzazione di molle di chiusura con ansa a "T" per la distalizzazione del canino, vengono solidarizzati tra loro mediante un arco sezionale rettangolare in acciaio di grosse dimensioni (.018" x .025" oppure .021" x .025") che entra passivamente negli attacchi di questi elementi dentali e successiva legatura metallica continua. Con l'utilizzazione di altre molle con ansa di chiusura (molla di Gjessing, molla di

Ricketts) l'unità di ancoraggio posteriore comprende i medesimi elementi dentali con la differenza che l'estremità libera posteriore della molla entra direttamente negli attacchi e viene bloccata a questo livello con legature metalliche singole.

I settori latero-posteriori di destra e sinistra così solidarizzati possono essere collegati tra loro mediante un arco transpalatino passivo in filodi acciaio tondo .035" a formare un'unità di ancoraggio ancora più estesa. L'inclusione dei secondi molari permanenti nell'unità di ancoraggio è in relazione al tipo di ancoraggio che vogliamo ottenere. Se infatti desideriamo che lo spazio lasciato dall'estrazione del primo premolare venga chiuso esclusivamente mediante distalizzazione del canino limitando al massimo la mesializzazione dei settori latero-posteriori (ancoraggio definito da Burstone di tipo A) sarà necessario includere nell'unità di ancoraggio anche i secondi molari permanenti. Nel caso in cui lo spazio lasciato dall'estrazione del primo premolare debba essere chiuso per metà mediante distalizzazione del canino e per metà mediante mesializzazione dei settori latero-posteriori (ancoraggio di tipo B secondo Burstone) i secondi molari non verranno inclusi nell'unità di ancoraggio.

Ancora, un ancoraggio di tipo A o B potrà essere ottenuto variando proprio il rapporto M/F a livello dell'unità di ancoraggio posteriore. Un rapporto M/F pari a 8 determina generalmente un movimento corporeo di mesializzazione dell'unità di ancoraggio posteriore e questo è particolarmente favorevole nel caso di ancoraggio B. Per ottenere un ancoraggio A il rapporto M/F a livello dell'unità reattiva posteriore dovrà essere innalzato fino a 10-12 (centro di rotazione in vicinanza della superficie occlusale) al fine di limitare al massimo la mesializzazione della corona.

### **Mantenimento di livelli di forza ideali durante il movimento ortodontico.**

Il rapporto carico/deflessione (F/D) di una molla è una caratteristica correlata con la capacità da parte della molla di mantenere una forza costante durante la disattivazione. Per definizione il rapporto F/D esprime la forza prodotta dalla molla per unità di attivazione.

Una molla per la distalizzazione del canino dovrebbe possedere un rapporto F/D basso, per garantire una forza il più costante possibile durante tutto il movimento ortodontico e quindi una risposta biologica più favorevole a livello parodontale. Ancora, con una molla con rapporto F/D basso si ottiene un miglior controllo sulla forza di attivazione. Infatti se ad esempio utilizzassimo una tipica molla in acciaio con ansa verticale della tecnica edgewise, il suo rapporto F/D risulta piuttosto alto e pari circa a 1000 grammi per millimetro. Ciò significa che ad un errore di un millimetro durante l'attivazione consegue un errore di 1000 grammi nella forza di attivazione. Al contrario con una molla con basso rapporto F/D, ad esempio 10 grammi/millimetro, un errore di un millimetro durante l'attivazione comporta un errore nella forza di soli 10 grammi (3).

### **Utilizzazione di livelli di forza ottimali per il movimento ortodontico**

Per quanto riguarda l'entità ottimale della forza per la distalizzazione del canino ricordiamo che essa può essere definita come quella forza in grado di determinare da un punto di vista biologico una risposta cellulare massima (riassorbimento/apposizione) con minimo danno tessutale, con conseguente rapido movimento dentale e minimo fastidio per il paziente (5). La forza ottimale per la distalizzazione del canino non è stata valutata scientificamente ma si basa esclusivamente sulla esperienza clinica. Essa varia a seconda degli autori (6-10) tra 75 e 260 grammi per la traslazione del canino.

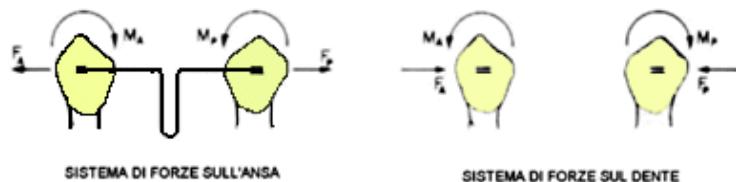
La massima forza elastica (F<sub>max</sub>) che la molla è in grado di produrre deve essere ben superiore ai livelli di forza applicati durante l'attivazione. Inoltre una F<sub>max</sub> elevata consente di evitare deformazioni permanenti o rotture della molla per sovraccarichi accidentali, come durante la masticazione o in seguito ad una anomala attivazione (3).

### **Biomeccanica delle molle con anse di chiusura**

Passiamo ad esaminare più attentamente le caratteristiche biomeccaniche delle molle con anse di chiusura che sono state messe in evidenza da Burstone e Koenig in un lavoro del

1976 (11).

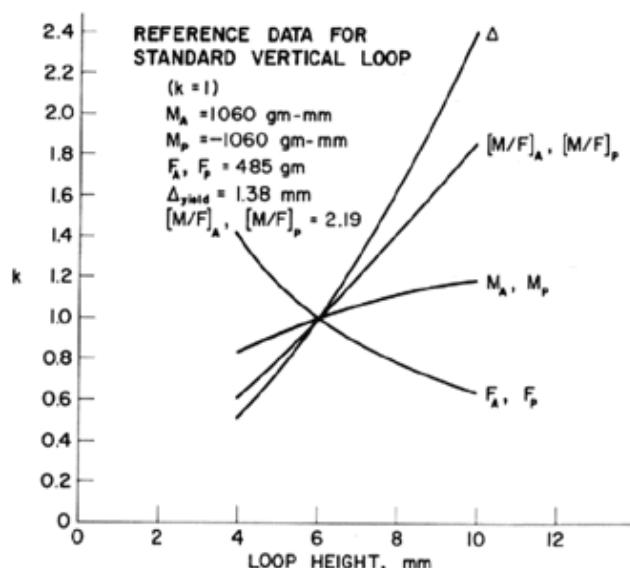
La configurazione base di una molla per la chiusura degli spazi studiata da questi autori, è rappresentata da un'ansa verticale, di lunghezza variabile, costruita con filo in acciaio .016". Tale molla viene posizionata al centro della distanza tra l'attacco ortodontico del canino e del secondo premolare e attivata con forze variabili (Fig. 3).



**Figura 3 (da Burstone e Koenig, 1976)**  
(reprinted by permission)

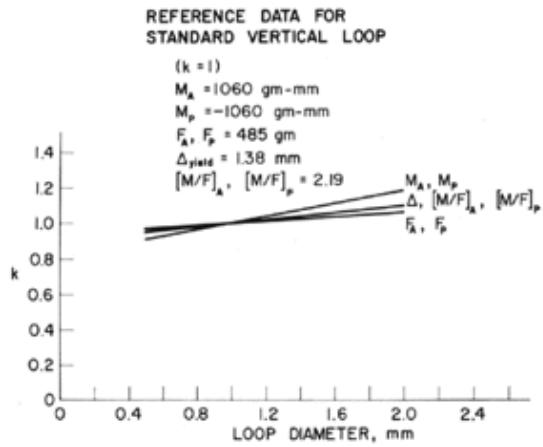
A livello degli elementi dentali si sviluppa un rapporto momento/forza (costante per una data configurazione di base ed indipendente dalla quantità di attivazione) che comunque rimane ben al di sotto di un valore utile per ottenere la traslazione. Il rapporto carico/deflessione ( $F/D$ ) resta comunque sempre molto alto con conseguenti svantaggi da un punto di vista clinico legati principalmente alla difficoltà di calibrare la forza ottimale per l'attivazione e al decadimento troppo rapido della forza durante la disattivazione.

In particolare per quanto riguarda l'altezza dell'ansa verticale un suo aumento determina da una parte un abbassamento del rapporto  $F/D$  (che resta comunque elevato) e dall'altra un aumento del rapporto  $M/F$  che resta comunque all'interno di un intervallo di valori (< 5) in grado di determinare esclusivamente una inclinazione incontrollata (Fig. 4).



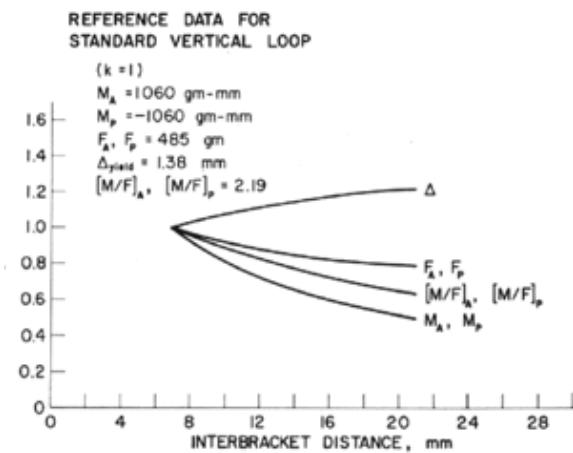
**Figura 4 (da Burstone e Koenig, 1976)**  
(reprinted by permission)

Variando il diametro dell'ansa verticale si ottiene solo una minima influenza sul sistema di forze rilasciato dall'ansa. Un aumento del diametro determina un aumento del rapporto  $M/F$  e una diminuzione del rapporto  $F/D$  (Fig. 5).



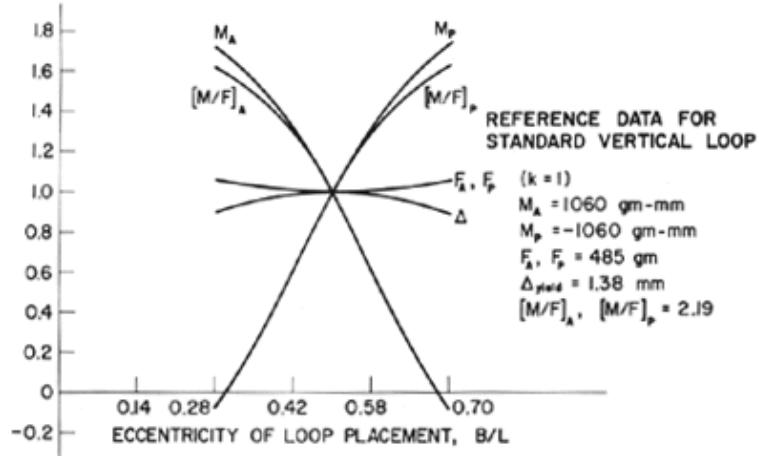
**Figura 5 (da Burstone e Koenig, 1976)**  
 (reprinted by permission)

L'aumento della distanza tra gli attacchi (del canino e del secondo premolare) comporta un aumento del rapporto M/F (effetto comunque inferiore all'aumento dell'altezza dell'ansa) ma anche un aumento del rapporto F/D (Fig. 6).



**Figura 6 (da Burstone e Koenig, 1976)**  
 (reprinted by permission)

La posizione dell'ansa verticale in senso antero-posteriore è in grado di influenzare in maniera evidente il sistema di forze prodotto dalla molla (Fig. 7).

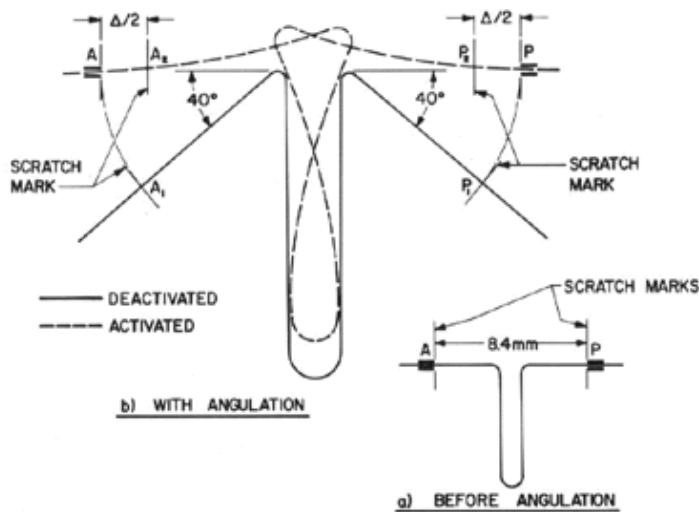


**Figura 7.** L'aumento del rapporto B/L corrisponde ad un dislocamento dell'ansa verso il canino  
 (da Burstone e Koenig, 1976)  
 (reprinted by permission)

In particolare se la molla viene avvicinata al canino si assiste ad un notevole aumento del momento e un minore incremento della forza orizzontale. Ne consegue un aumento favorevole del rapporto M/F. Tuttavia poiché il momento a livello del canino e il momento a livello del secondo premolare non sono identici il sistema si equilibra con lo sviluppo di forze verticali (estrusione del canino ed intrusione del secondo premolare). Una posizione eccentrica dell'ansa verticale determina inoltre un aumento del rapporto F/D.

L'eventuale posizionamento di un elice in un'ansa verticale è in grado di diminuire il rapporto F/D ma non ha nessuna influenza sul rapporto M/F.

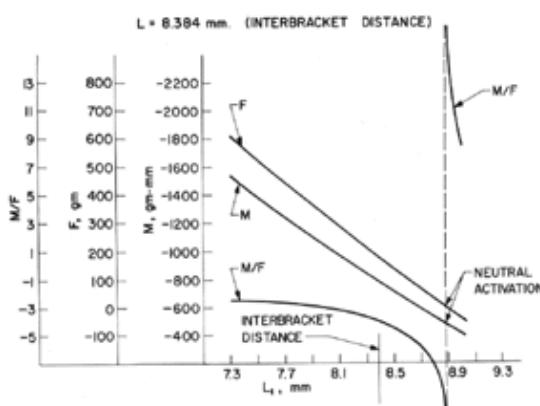
Un aumento significativo del rapporto M/F tale da poter determinare una traslazione può essere ottenuto con un'ansa verticale solo attraverso una "preangolazione" dell'ansa. Per preangolazione si intende una piega verso l'alto dei due bracci orizzontali dell'ansa. Per poter inserire l'ansa così modellata all'interno degli attacchi è necessario applicare duemomenti. Una attivazione di una molla in cui vengono applicati solo momenti in assenza di forze orizzontali viene definita attivazione neutrale. Il momento necessario per una attivazione neutrale prende il nome di momento residuo in quanto tale momento resta presente anche una volta che la molla si è completamente disattivata. Come risultato dell'attivazione neutrale i bracci verticali dell'ansa si incrociano: questo fenomeno deve essere tenuto presente per una corretta valutazione dell'entità dell'attivazione orizzontale (Fig. 8). La forma che la molla assume in seguito all'attivazione neutrale viene definita posizione neutrale.



**Figura 8:** Un ansa verticale angolata di 40 gradi è inserita negli attacchi applicando soltanto una coppia di forze (momento). Si può osservare un accorciamento dell'ansa. Se sull'ansa vengono posti due segni in corrispondenza degli attacchi prima di eseguire la preangolazione, una volta eseguita l'attivazione neutrale i due segni si trovano ciascuno ad un millimetro di distanza dal corrispondente attacco. L'ortodontista deve essere a conoscenza di questi cambiamenti per evitare di applicare una forza eccessiva o di deformare l'ansa (Burstone e Koenig, 1976).

(reprinted by permission)

Con una preattivazione è quindi teoricamente possibile ottenere qualsiasi rapporto M/F. Tuttavia tale rapporto, in una molla con ansa verticale preangolata, non rimane costante durante la disattivazione ma tende ad aumentare assai rapidamente in quanto la forza orizzontale decade più rapidamente del momento (Fig. 9).



**Figura 9 (da Burstone e Koenig, 1976)**  
(reprinted by permission)

Dopo 0,3 millimetri di disattivazione il rapporto M/F varia da un valore in grado di determinare una inclinazione incontrollata della corona fino ad un valore che provoca inclinazione radicolare, passando attraverso la traslazione (Fig. 9).

In conclusione uno dei dati più importanti che emergono da questo studio è che quindi la configurazione ad ansa verticale di una molla per la distalizzazione del canino è comunque sfavorevole se vogliamo rispettare i tre principi fondamentali già esposti. Infatti, a parte la

preangolazione, nessuno altro fattore di configurazione esaminato è in grado di innalzare il rapporto M/F fino ad ottenere dei valori favorevoli per la traslazione. In conseguenza dell'elevato rapporto F/D tipico delle ansse verticali preangolate è importante comunque dare priorità a tutti quei fattori in grado di diminuire tale rapporto.

In alternativa alla configurazione ad ansa verticale Burstone e Koenig (11) proposero la configurazione a "T" che deriva dall'aggiunta di filo nella porzione apicale di un'ansa verticale. Questa variazione di configurazione produce un aumento del rapporto M/F durante l'attivazione, anche se il valore di tale rapporto non è mai superiore all'altezza dell'ansa (al massimo 8 mm e quindi  $M/F = 8$ ) (Fig. 10).

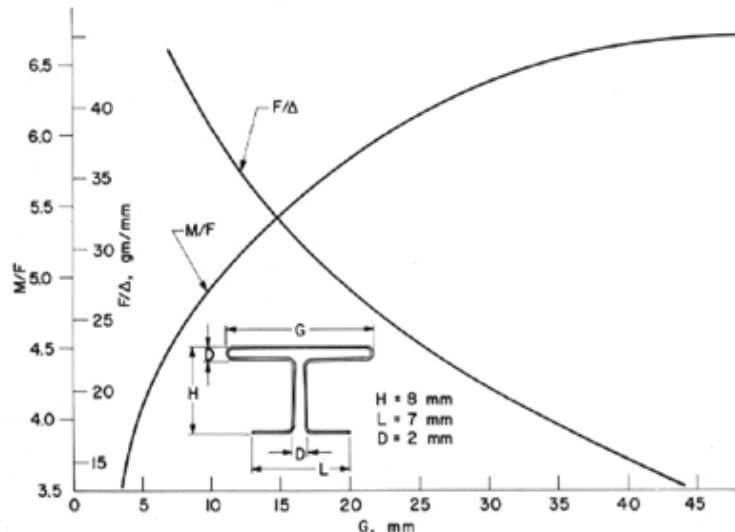


Figura 10 (da Burstone e Koenig, 1976)  
(reprinted by permission)

Tuttavia un aspetto assai positivo della configurazione a T è sicuramente rappresentato dalla notevole diminuzione del rapporto F/D in seguito all'aumento della quantità di filo posto nella porzione orizzontale dell'ansa.

## Conclusioni

Dall'analisi della letteratura sulle caratteristiche biomeccaniche delle metodiche di distalizzazione del canino mediante apparecchiature fisse, si evidenzia come le tecniche definite "frizionanti" presentino notevoli inconvenienti legati principalmente alla difficoltà di valutare esattamente i livelli di forza necessari per una risposta biologica ottimale a livello parodontale. Le tecniche "non-frizionanti" sono state elaborate per cercare di rispondere ai requisiti fondamentali dello spostamento ortodontico quali la possibilità di prevedere e controllare il rapporto momento/forza a livello del canino e dell'unità di ancoraggio durante la distalizzazione e di poter misurare e mantenere costante l'entità della forza distalizzante.

## Test Question (Self Evaluation)

## Bibliografia

- (1) Proffit WR. Contemporary orthodontics. St. Louis: Mosby Year Book, 1993, pp. 309-312.
- (2) Melsen B, Burstone CJ. Introduction to biomechanics. Aarhus, Royal dental College, 1990.
- (3) Burstone CJ. Application of bioengineering to clinical orthodontics. In: Gruber TM, Swain BF. Orthodontics: current principles and techniques. St. Louis: CV Mosby Company, 1985, pp. 193-227.

- (4) Weine FS. Endodontic therapy. St. Louis: CV Mosby Company, 1976.
- (5) Nikolai RG. On optimumorthodontic force theory as applied to canine retraction Am. J. Orthod. 1975; 68: 290-302.
- (6) Smith R, Storey E. Theimportance of force in oerthodontics. Aust. J. Dent. 1952; 56: 291-304.
- (7) Reitan K. Some factors determinig the evaluation of forces in orthodontics. Am. J. Orthod. 1957; 43: 32-45.
- (8) Lee B. Relationships between tooth movement rate andestimated pressure applied. J. Dent. Res. 1965; 44: 1053.
- (9) Fortin JM. Translationof premolars in the dog by controlling the moment to force ratio on the crown. Am. J. Orthod. 1971; 59: 541-551.
- (10) Ricketts RM, Bench RW, Gugino CF, Hilgers JJ, SchulhofRJ. Biopgressive therapy. Denver: Rocky Mountain Orthodontics, 1979.
- (11) Burstone CJ, Koenig HA. Optimizing anterior and canine retraction. Am. J. Orthod. 1976; 70: 1-19.