



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA**

Facoltà di Medicina e Chirurgia
Corso di Laurea Specialistica in Odontoiatria e Protesi Dentaria

Tesi di laurea

**Analisi tridimensionale di lesione iatrogena
durante il trazionamento dei canini inclusi**

Relatore: Prof. Armando Silvestrini-Biavati

Correlatore : Prof . Marco Migliorati

Candidato : Bahij Graieb

Anno accademico: 2021/2022

Indice

1.Introduzione.....	4
1.1 Sviluppo dentizione.....	4
1.2 Anomalie dentarie.....	7
1.3 Il canino incluso	11
1.3.1 Eziologia dell'inclusione dentaria.....	11
1.3.2 I canini inclusi: epidemiologia ed eziologia.....	13
1.4 Diagnosi dei canini inclusi.....	15
1.4.1 Esame obiettivo.....	15
1.4.2 Esami radiografici.....	16
1.5 Prognosi.....	21
1.5.1 Lo schema di Ericson e Kurol.....	20
1.5.2 La teleradiografia.....	22
1.5.3 KPG index.....	23
1.5.2 Rischi.....	26
1.6 Il movimento dentale.....	26
1.6.2 Le basi biologiche.....	26
1.6.3 Le forze.....	27
1.7 Ancoraggio.....	27
1.7.1 Le miniviti.....	28
1.7.2 Il sezionale in TMA.....	31
1.8 Trattamento dei canini inclusi.....	32
1.8.1 La fase pre-ortodontica.....	33
1.8.2 La disinclusione chirurgica.....	34

1.8.3 La trazione ortodontica.....	39
2. Materiali e metodi.....	42
2.1 Studio retrospettivo	42
2.2 Protocollo.....	43
2.3 La sovrapposizione di due cone-beam.....	45
3. Risultati.....	53
4. Discussione.....	54
5. Conclusioni.....	55
Bibliografia.....	56

1.Introduzione

1.1 Sviluppo dentizione

L'odontogenesi comprende vari processi biologici (morfogenesi, citodifferenziazione e istodifferenziazione) che si susseguono grazie a una continua interazione tra le cellule mesenchimali e le cellule epiteliali superficiali (cellule ectodermiche) che rivestono la primitiva cavità buccale (stomodeo).

Si susseguono quattro fasi: lo *stadio della lamina dentale*, lo *stadio a gemma*, lo *stadio a cappa*, lo *stadio a campana*. Durante quest'ultima fase inizia la formazione dei tessuti duri del dente.

Stadio della lamina dentale (secondo mese di vita embrionale). Durante questa fase avviene un'intensa proliferazione delle cellule epiteliali superficiali e un conseguente ispessimento dello strato ectodermico che si estende e riveste le due arcate in formazione.

I disturbi nella formazione o nello sviluppo della lamina dentale sono responsabili di anomalie quali l'*ipodontia* (assenza di alcuni denti), l'*anodontia* (assenza totale di denti), l'*iperodontia* (numero di denti superiore al normale) e la *polifodontia* (presenza di più di due dentizioni).

Stadio a gemma. Dalla lamina dentale (nelle aree corrispondenti ai futuri denti decidui) le cellule ectodermiche, proliferando, si approfondano nel mesenchima sottostante per dare origine a una formazione ovoidale o sferica, la *gemma dentale*, attorno alla quale vanno addensandosi le cellule mesenchimali circostanti.

Stadio a cappa. La gemma dentale si trasforma all'incirca verso la prima settimana di sviluppo in una struttura a forma di "cappa", mentre ancora più attivi si vanno facendo la proliferazione e l'addensamento delle cellule mesenchimali in vicinanza alla formazione ectodermica. Nella struttura a "cappa" o *organo dello smalto* si distinguono un *epitelio interno*, un *epitelio esterno*, e un *reticolo dello smalto*.

L'addensamento di cellule mesenchimali configura il *sacco* o *follicolo dentale* che in corrispondenza dell'epitelio interno viene denominato *papilla dentale*. L'insieme di tutte queste strutture forma il *germe dentale*.

Stadio a campana (circa 14a settimana di sviluppo). Così detto per la forma che assume l'organo dello smalto. Le cellule dell'epitelio dell'organo dello smalto, divenute prismatiche, si dispongono, a fronte della papilla dentale, in modo da delineare la forma della corona del futuro dente e si continuano con le cellule dell'epitelio esterno formando l'*ansa cervicale*. In corrispondenza di questo, verso la fine dello stadio a campana, i due epitelii proliferano in profondità formando la *guaina epiteliale della radice* (di Hertwig). I due epitelii dell'organo dello smalto sono separati dal reticolo dello smalto, un insieme di cellule con funzione trofica immerse in un ambiente extracellulare ricco di acqua e di glicosaminoglicani.

Verso la 18a settimana inizia la *citodifferenziazione*, cioè la trasformazione sia delle cellule mesenchimali della papilla dentaria in *preodontoblasti* e *odontoblasti* che delle cellule dell'epitelio interno in *preameloblasti* e *ameloblasti*, dalla cui attivazione deriverà la formazione dei tessuti duri del dente.

Notevole importanza nel susseguirsi delle diverse fasi assolve la *membrana basale* presente tra le cellule mesenchimali della papilla e dell'epitelio interno. Si deve infatti alla sua variazione biochimica e strutturale, che avviene nell'ultima fase dello stadio a campana, la differenziazione delle cellule mesenchimali della papilla in *preodontoblasti* maturi, in *preodontoblasti postmitotici* e infine in *odontoblasti*. Con la comparsa di questi ultimi inizia la deposizione della *predentina*. A distanza di 24-36 ore da questo processo inizia la differenziazione delle cellule dell'epitelio interno in *preameloblasti*, in *ameloblasti postmitotici* e quindi in *ameloblasti*. Al riguardo bisogna sottolineare come sia indispensabile, per la formazione dello smalto, la prima deposizione di predentina; infatti è proprio il "contatto eterotipico" tra questo tessuto e gli ameloblasti postmitotici che induce queste ultime cellule a trasformarsi in ameloblasti in grado di produrre lo smalto. (Il contatto eterotipico è una vera e propria adesione, resa possibile dalla scomparsa della membrana basale, tra gli ameloblasti postmitotici e la predentina e/o gli odontoblasti). Durante queste ultime fasi si perde il contatto dell'organo dello smalto con l'epitelio di rivestimento della cavità buccale per frammentazione della lamina dentale.

La dentinogenesi precede sempre e necessariamente la amelogenesi. La formazione di dentina avviene tramite la sintesi e la secrezione della matrice organica (la *predentina*) e la sua successiva mineralizzazione, in corrispondenza del *fronte di mineralizzazione*. Durante queste fasi l'odontoblasta arretra (allontanandosi dagli ameloblasti) emettendo nel polo apicale un prolungamento citoplasmatico, il *processo odontoblastico*, che a seguito della continua deposizione e mineralizzazione della predentina, rimane contenuto in uno spazio circondato da dentina, il *tubulo dentinale*. La prima dentina che si forma è la *dentina mantellare*, le cui fibre collagene sono perpendicolari alla membrana basale o futura giunzione smalto-dentina; a questa segue la formazione di *dentina circumpulpare*.

La deposizione della matrice organica dello smalto incomincia dopo le fasi iniziali della dentinogenesi, cioè subito dopo la prima deposizione di predentina. A differenza di ciò che avviene nella dentinogenesi, nella amelogenesi si possono osservare due fasi o periodi ben distinti che si susseguono: la *fase secretiva* e la *fase della maturazione*.

La fase secretiva è caratterizzata dalla deposizione della matrice organica in corrispondenza del prolungamento citoplasmatico degli ameloblasti, il *processo di Tomes*, e dalla sua parziale mineralizzazione mediante la deposizione di cristalli di idrossiapatite.

La fase della maturazione è caratterizzata da una completa mineralizzazione del tessuto depositato, associata a variazioni qualitative e quantitative dei componenti della matrice organica. I cristalli di idrossiapatite si accrescono, a spese di una riduzione delle proteine e dell'acqua presenti.

Contemporaneamente alla differenziazione delle cellule mesenchimali poste in vicinanza della membrana basale in odontoblasti, si attua anche la trasformazione delle altre cellule della papilla dentaria in fibroblasti.

Con il procedere della dentinogenesi la papilla va incontro a numerose variazioni biochimiche della matrice intercellulare per assumere l'aspetto del tessuto connettivo tipico della polpa. La vascolarizzazione, fin dallo stadio a campana, è alquanto ricca, ed è costituita da arteriole e venule che decorrono nella parte centrale della papilla. Anche le fibre nervose si rendono evidenti nello stadio a campana, anche se confinate nelle regioni profonde della papilla, lontano dagli

odontoblasti. Un vero e proprio plesso nervoso caratteristico della polpa matura, si riscontra solo quando la radice è completata.

Alterazioni nelle fasi di odontogenesi possono provocare dei danni permanenti ai denti che si manifestano come anomalie dentarie, alcune delle quali possono essere risolte con il trattamento ortodontico.

1.2 Anomalie dentarie di interesse ortodontico

Le anomalie dentarie comprendono tutte le alterazioni che possono interessare gli elementi dentari per numero, forma, volume, sede, struttura, sviluppo, posizione ed eruzione, e possono svilupparsi per l'influenza di fattori ambientali o ereditari, oppure rientrare nelle forme idiopatiche quando non si identificano le cause. Mentre alcune di queste anomalie rappresentano una controindicazione al trattamento ortodontico, come le anomalie che interessano la struttura dello smalto e della dentina, altre possono rappresentare il motivo di tale trattamento, come le agenesie, i denti sovranumerari e i denti inclusi.

Anomalie di struttura. Fanno riferimento a un difetto dei tessuti duri del dente, quindi un indebolimento della struttura dentaria, che deve essere tenuta in considerazione dall' ortodontista, quale controindicazione a un trattamento di tipo fisso.

Esse comprendono: *l'ipoplasia dello smalto*, la *fluorosi*, *l'amelogenesi imperfetta*, la *dentinogenesi imperfetta*.

L'ipoplasia dello smalto è un danno determinato da insulti esterni che interferiscono nella formazione dello smalto. Tali insulti possono essere alcune patologie sistemiche che colpiscono il bambino nei primi anni di vita, come la febbre esantematica, e la terapia antineoplastica nel bambino sotto i 12 anni e in maggior misura sotto i 5 anni. Si può manifestare con microcavità, solchi o piccole aree prive di smalto. Può interessare uno o più denti, su una o più superfici. La *fluorosi* è un difetto dello smalto dovuta a un'eccessiva assunzione di fluoro durante i primi anni di vita, che provoca durante l'amelogenesi la ritenzione delle proteine amelogenine, portando alla formazione di uno smalto ipomineralizzato. Le aree interessate presentano un aspetto bianco opaco e gessoso, con microporosità di superficie.

L'*amelogenesi imperfetta* comprende una serie di condizioni di alterato sviluppo dello smalto, di carattere ereditario, che si verificano in assenza di altri disordini sistemici. A seconda della fase della amelogenesi colpita, si avranno tre tipi diversi di difetti. Lo smalto infatti può essere ben mineralizzato ma prodotto in quantità insufficiente per un difetto nella deposizione della matrice organica (amelogenesi imperfetta *ipoplastica*), di spessore adeguato ma poco mineralizzato (amelogenesi imperfetta *ipomineralizzata*), oppure presentare un'anomala struttura dei cristalli di idrossiapatite (amelogenesi imperfetta *ipomatura*).

La *dentinogenesi imperfetta*, analogamente, è un disturbo dello sviluppo della dentina, indipendente da altre anomalie sistemiche. Può colpire sia i denti decidui che i permanenti, manifestandosi con una discromia che varia dal blu al marrone e una caratteristica translucenza. Lo smalto può staccarsi dalla sottostante dentina che, una volta esposta, va facilmente incontro ad abrasione.

Anomalie di numero. Indicano una variazione del numero in eccesso (*iperdonzia*), in difetto (*ipodonzia*) o la totale assenza di elementi nell'arcata dentaria (*anodonzia*). Sia la presenza di un dente sovranumerario che l'assenza di un elemento dentale portano inevitabilmente all'alterazione della sede di eruzione dei denti adiacenti, da cui derivano problemi estetici e funzionali. In entrambi i casi quindi può essere necessario un trattamento ortodontico.

L'*iperdonzia* sembra essere dovuta a uno sviluppo eccessivo della lamina dentale, che porta alla formazione di un germe dentale in più da cui originerà il dente sovranumerario. Questa anomalia si presenta più frequentemente nel mascellare superiore, con una predilezione per il settore anteriore. L'eruzione del dente sovranumerario nel 75% dei casi è ostacolata dalla mancanza di spazio, responsabile anche di un ritardo dell'eruzione dei denti vicini. Il trattamento prevede la rimozione dell'elemento e quindi la spontanea eruzione degli elementi contigui.

L'*ipodonzia* origina da un difetto della lamina dentale e quindi dalla mancanza di un germe dentale. Tra le anomalie dentali è una delle più comuni, con una predilezione per il sesso femminile. La dentizione decidua raramente è interessata. I denti più frequentemente colpiti sono il terzo molare, il secondo premolare e l'incisivo laterale. Il trattamento di elezione consiste nella sostituzione protesica dell'elemento mancante e, quando questo non è possibile attuarlo nell'immediato,

si rende necessario un trattamento ortodontico per mantenere (o recuperare) lo spazio destinato al restauro protesico.

Anomalie di volume. Riguardano la dimensione dei denti, determinando *microdonzia* quando è ridotta rispetto alla norma, *macrodonzia* quando aumentata. Casi di microdonzia isolata non sono infrequenti, mentre più rara è la microdonzia diffusa, associata ad altri disordini. L'incisivo laterale è il dente maggiormente colpito, presentando un diametro mesio-distale ridotto e le pareti interprossimali convergenti. Il terzo molare è il secondo dente più frequentemente interessato.

Analogamente la macrodonzia si manifesta più facilmente in casi isolati e non dovrebbe essere confusa con la presenza di denti che appaiono di dimensioni maggiori in seguito ad altre anomalie quali fusione e geminazione.

Anomalie di sviluppo. Vengono classificate in *geminazione*, *fusione* e *concrecenza*.

La *geminazione* è un tentativo di una corona dentale di dividersi, con la conseguente formazione di un dente con una corona bifida e, di solito, una radice e un canale radicolare comune. In presenza di una geminazione, se si considera il dente anomalo come uno solo, la conta dei denti non presenta anomalie.

La *fusione* è l'unione di due corone dentarie con il risultato di un dente con due corone fuse e confluenza della dentina. In questo caso se si considera il dente anomalo come uno solo, nella conta dei denti risulta un dente mancante.

La *concrecenza* è l'unione del cemento di due denti adiacenti, senza confluenza della dentina.

Anomalie di sede. Indicano l'eruzione di un dente in una sede diversa da quella normale. A seconda dei casi vengono definite *eterotopia*, *ectotopia* e *trasposizione*. Con il termine *ectotopia* si intende un dente collocato in una sede non abituale ma vicina a quella normale; nei casi di *eterotopia* il dente interessato si trova in una sede lontana da quella abituale, per esempio nel seno mascellare; la *trasposizione* si ha invece quando due denti contigui invertono la loro posizione (spesso un canino superiore che prende il posto del primo premolare o dell'incisivo laterale).

Anomalie di forma. Sono una alterazione dell'anatomia macroscopica del dente. Esempi di queste anomalie sono i *denti conoidi*, i *tubercoli accessori* (*cuspidi del Carabelli*), le *cuspidi* e *corone accessorie*. Di maggior interesse ortodontico sono i *denti conoidi*, la cui presenza, in seguito alla ridotta dimensione, comporta la presenza di spazi che possono creare instabilità o recidive. I denti generalmente

più colpiti sono gli incisivi laterali superiori, seguiti dagli incisivi e canini inferiori.

Anomalie di posizione. Fanno riferimento a un'inclinazione dell'asse lungo del dente in senso linguale, vestibolare, mesiale o distale (*versione*), oppure a una *rotazione*, che comportando una modificazione dei punti di contatto e dell'occlusione (oltre a un disagio estetico) richiedono un intervento ortodontico.

Anomalie di eruzione. Indicano una mancata o parziale eruzione del dente, in seguito alla presenza di un ostacolo, o alla mancanza della necessaria forza di eruzione, o alla fusione del cemento radicolare con l'osso alveolare. Nei primi due casi si tratta di *inclusione*, nel terzo caso di *anchilosi*. Benché le due situazioni possano sembrare simili, il trattamento richiede due approcci completamente differenti. Mentre infatti per i denti inclusi si rende necessaria una trazione ortodontica (in seguito all'intervento chirurgico di disinclusione), per i denti anchilosati questo trattamento non è possibile in quanto questi denti, essendo fusi con l'osso, non rispondono alle forze ortodontiche.

1.3 Il canino incluso

L'eruzione dentaria è il movimento che il dente compie dalla sede in cui si forma e si sviluppa il germe dentale, alla sede in cui il dente assume la sua funzionalità.

Tale movimento è reso possibile da un processo complesso e strettamente regolato che coinvolge cellule del follicolo dentale e dell'osso alveolare.

Affinché il dente possa raggiungere la sua posizione in arcata, l'osso circostante va incontro a un continuo rimodellamento, con zone di riassorbimento e zone di apposizione ossea. Numerosi studi hanno evidenziato il ruolo determinante del follicolo dentale in questo processo, attraverso il reclutamento di cellule mononucleate, dalla cui fusione originano gli osteoclasti, responsabili del riassorbimento osseo.³

Quando un dente non erompe due anni dopo l'epoca fisiologica di eruzione, si tratta di un dente incluso. Il terzo molare inferiore è il dente che più

frequentemente va incontro a inclusione, seguito dal terzo molare superiore e dal canino superiore; con minore frequenza seguono poi i canini inferiori e gli altri elementi dentari.

1.3.1 Eziologia dell'inclusione dentaria

Le inclusioni dentali sono riconducibili, dal punto di vista eziopatologico, a fattori locali e sistemici.

Fattori locali:

- Estrazione dei decidui: se le estrazioni vengono effettuate molto precocemente (oltre due anni prima dell'età di eruzione del corrispondente permanente) si determinano ritardi di eruzione degli elementi dentari permanenti, nonché una riduzione della loro lunghezza radicolare.
- Sequele di carie a carico degli elementi decidui: se sussiste un processo carioso senza segni di infiammazione periapicale, viene a determinarsi un ritardo di esfoliazione. Se invece esiste una lesione periapicale, questa nel 75% dei casi rallenta l'esfoliazione, mentre in un 25% dei casi, se il tetto osseo sopra il permanente viene distrutto dal processo infiammatorio, l'accelera.
- Malposizione primaria del germe dentale: in alcuni casi, pur essendo l'asse di eruzione corretto, l'elemento dentario il cui germe è malposizionato deve percorrere una maggiore distanza per raggiungere la sua normale posizione in arcata, ed è quindi più probabile che esso esaurisca la sua spinta eruttiva prima di averla raggiunta. In altri casi, la posizione e l'orientamento del germe sono sin dall'inizio incompatibili con la corretta eruzione del dente.
- Mancanza di spazio in arcata per una corretta eruzione: l'inclusione dentale è spesso legata alla discrepanza tra le dimensioni dei mascellari (e quindi dei processi alveolari) e quelle dell'arcata dentale. Nell'evoluzione della specie umana, infatti, è possibile evidenziare una progressiva riduzione dell'apparato stomatognatico, caratterizzata da una riduzione della dentizione e da una contemporanea contrazione dei mascellari. Quest'ultimo processo sembra essere più avanzato, determinando quindi sempre più frequentemente affollamento e inclusione dentale. Anche una condizione di macrodonzia, accentuando la discrepanza dentobasale, può rappresentare un fattore predisponente all'inclusione dentale.

- Presenza di un ostacolo lungo il tragitto eruttivo: l'ostacolo può essere rappresentato da un elemento sovranumerario o da uno strato di osso compatto formatosi in seguito all'estrazione prematura di un dente deciduo, infine da un tumore odontogeno che può determinare l'inclusione del dente interessato e di elementi contigui.
- Anchilosi: l'anchilosi di un elemento deciduo può determinare l'inclusione del corrispondente elemento permanente, ma essa è di frequente riscontro anche come causa primaria dell'inclusione, soprattutto a livello del primo e del secondo molare inferiore.
- Alterazioni a carico del follicolo: il deficit funzionale del follicolo dentale, caratteristico dell'amelogenesi imperfetta, spesso è associato a inclusione dentale. Anche l'associazione tra denti inclusi e cisti follicolari è nota.

Fattori sistemici:

- Genetici: i gemelli monozigoti mostrano una concordanza del 90% per le caratteristiche eruttive. Inoltre malattie genetiche che coinvolgono il catabolismo osseo e in particolare la funzionalità osteoclastica, quali l'osteopetrosi e la displasia cleidocranica, sono caratterizzate da gravi ritardi e difetti nei processi eruttivi.
- Fattori endocrini: l'ipopituitarismo, l'ipotiroidismo e l'ipoparatiroidismo inducono un ritardo marcato nell'eruzione dentaria.⁴

1.3.2 I canini inclusi: epidemiologia ed eziologia

Dopo il terzo molare i canini sono i denti che più frequentemente si trovano inclusi, con un'incidenza che varia dall'1.0% al 2.5%,⁵ dove tra l'8% e il 10% dei casi sono bilaterali⁶. Il genere femminile è colpito il doppio rispetto a quello maschile. Benché secondo alcuni studi l'inclusione canina si presenta in sede palatale con una frequenza tre volte maggiore rispetto alla vestibolare, uno studio basato sull'analisi di tc cone-beam, ha suggerito le seguenti incidenze: il 42.5% dei canini inclusi si localizzano in sede vestibolare, il 40.5% in sede palatale, e il 14.3% in sede alveolare.⁷

Confrontando l'incidenza dei canini inclusi tra le varie popolazioni:

- Peck e Peck hanno rilevato che la maggior parte di canini inclusi o dislocati palatalmente appartiene alla popolazione Europea, mentre sono molto rari in campioni africani-americani;⁸
- Kramer e Williams hanno riferito una percentuale dell'1,2% tra Africani-Americani;⁹
- Montelius ha stabilito che i cinesi hanno una frequenza di inclusione canina pari alla metà rispetto ai caucasici;¹⁰
- Oliver, Mannion e Robinson hanno trovato che tra gli asiatici, i casi di canini inclusi sono nella maggior parte dei casi vestibolari¹¹.
- Nella popolazione caucasica il 2% circa della popolazione presenta il canino dislocato palatalmente.

Dal punto di vista eziologico, l'inclusione palatale e vestibolare sono due entità separate. La presenza di un canino incluso in sede vestibolare sembra essere dovuta a un'insufficienza di spazio nell'arcata, causa di affollamento e dell'inclusione canina. Se si garantisce lo spazio e si attende il tempo necessario, il dente erompe nella cavità orale, senza necessità di intervento. Discorso molto più complesso quello che riguarda l'eziologia dei canini inclusi palatalmente, su cui non si hanno ancora certezze.

Secondo alcuni autori l'inclusione palatina sarebbe dovuta alla presenza di uno spazio eccessivo in arcata, che porterebbe il canino a migrare da una posizione vestibolare a una più palatale, mentre secondo altri sarebbe proprio l'insufficienza di spazio a determinare l'inclusione. Becker¹² e Jacoby¹³ sostengono che la

mancanza o la ridotta dimensione di un incisivo laterale, rappresentando la perdita di una guida per l'eruzione del canino, sarebbe l'agente causale. Altri, come Peck e Peck¹⁴ e Baccetti¹⁵, attribuiscono la causa dell'inclusione non a fattori locali ma a fattori genetici.

Uno studio più recente¹⁶ ha indagato le caratteristiche occlusali associate all'inclusione canina palatale. In questa ricerca sono stati esaminati: 1) classe dentale (determinata sulla base della posizione reciproca degli incisivi centrali superiori e inferiori); 2) la mancanza o l'anomalia di un elemento dentale; 3) il diametro mesiodistale di ciascun dente; 4) lo spazio in arcata (calcolato sottraendo la somma dei diametri mesiodistali di tutti i denti al perimetro dell'arcata); 5) la distanza inter-premolare e inter-molare.

Dallo studio sono emerse le seguenti conclusioni:

- L'inclusione canina palatale si riscontra con maggior frequenza nei soggetti con una malocclusione di II classe II divisione.
- Non esiste un'associazione tra l'inclusione canina palatale e la mancanza o l'anomalia di un incisivo laterale.
- Le condizioni di spazio presente nell'arcata superiore non sembrano giocare un ruolo importante nell'eziologia dei canini inclusi palatalmente.
- I diametri mesiodistali dei denti superiori non erano significativamente differenti da quelli riscontrati nel gruppo di controllo.
- Il diametro trasverso palatale era maggiore nei soggetti con inclusione rispetto al gruppo di controllo. Questa eccessiva larghezza del palato potrebbe essere un importante fattore predisponente per l'inclusione canina palatale.

1.4 Diagnosi dei canini inclusi

La mancata comparsa del canino nel cavo orale oltre i limiti fisiologici di eruzione è il primo dato che deve indirizzare il clinico a un sospetto di inclusione. La diagnosi deve essere confermata da un attento esame obiettivo e da opportuni indagini radiografiche, importanti inoltre per definire l'esatta localizzazione dell'elemento incluso e stabilirne la prognosi.

1.4.1 Esame obiettivo

L'ispezione e la palpazione sono gli esami che permettono una prima diagnosi di canino incluso e una sua approssimativa localizzazione.

Attraverso l'esame visivo è possibile osservare la bozza canina del dente non erotto e un eventuale spostamento dell'incisivo laterale. Allo scopo di definire un corretto piano di trattamento, si rende inoltre necessario valutare lo spazio in arcata disponibile (influenzerà la prima fase ortodontica) e la quantità di gengiva aderente (fattore importante nella scelta del tipo di disinclusione chirurgica).

Alla palpazione si può osservare la mancanza della bozza canina oppure la sua presenza in una sede ectopica. Inoltre, se il canino deciduo è presente, è necessario valutarne la mobilità, nonostante essa non sia indicativa dell'essere in atto una normale eruzione canina, ma solo del fatto che la sua radice è già andata incontro ad un significativo riassorbimento.

Se un canino è palpabile in una posizione anomala o addirittura non è avvertibile alla palpazione, si rende indispensabile un'indagine radiografica.

1.4.2 Esami radiografici

Gli esami radiografici (ortopantomografia, teleradiografia del cranio in proiezione laterolaterale, radiografia oclusale, radiografie periapicali secondo la tecnica di Clark, TC e TC cone-beam) confermano la diagnosi di inclusione dentaria e danno informazioni relative alla posizione, alla sede dell'elemento ectopico, ai rapporti con i denti adiacenti e all'eventuale riassorbimento degli stessi permettendo di selezionare la metodica di trattamento più appropriata.

La formulazione di un'accurata diagnosi e conseguentemente di un corretto piano di trattamento, può risultare difficile con i metodi radiografici convenzionali, per la sovrapposizione delle varie strutture sulla lastra che rende difficoltosa la definizione dei dettagli, nonché per gli effetti di distorsione ed ingrandimento intrinseci di alcune di queste metodiche.

Ortopantomografia (OPT)

Esame di routine che espone il paziente a una bassa dose di radiazioni, offre una visione di insieme delle arcate e permette la diagnosi differenziale tra agenesia e inclusione. Trattandosi però di un'immagine bidimensionale, non fornisce alcuna informazione sulla posizione tridimensionale dell'elemento incluso.

A questo riguardo alcuni autori hanno studiato diversi metodi per dedurre la posizione del canino nei tre piani dello spazio sulla base di diverse considerazioni:

- ingrandimento dell'immagine: l'oggetto che si trova più vicino al tubo radiogeno produce un'immagine più grande rispetto a un oggetto più lontano. Se il canino incluso quindi si trova in posizione vestibolare, la sua immagine radiografica apparirà ingrandita rispetto a quella del canino controlaterale. Nel caso di un'inclusione bilaterale, la dimensione dei canini andrà confrontata con quella dei primi premolari omolaterali, dove la reale differenza di dimensioni è di 1,5 mm in media.¹⁷
- posizione del canino in rapporto all'incisivo laterale: se la cuspidè del canino è mediale all'asse lungo dell'incisivo laterale adiacente, è probabile la posizione palatale.

Se invece la cuspid del canino si sovrappone radiograficamente alla radice dell'incisivo laterale ed è palpabile buccalmente, si sospetta un'inclusione vestibolare.¹⁸



Fig.1.4.2: in questa ortopantomografia entrambi i canini superiori appaiono medialmente all'asse lungo dei rispettivi incisivi laterali adiacenti, facendo presupporre una posizione palatale in entrambi i casi. La valutazione deve essere confermata dall'esame clinico.

Endorale periapicale

L'esecuzione di due radiografie periapicali successive con una diversa angolazione del tubo radiogeno permette di identificare la posizione vestibolare o palatale del canino incluso, secondo la tecnica di Clark o "regola dell'oggetto vestibolare".¹⁹

Mentre la prima radiografia si ottiene mantenendo il fascio radiogeno perpendicolare alla zona interessata (tecnica parallela), la seconda viene eseguita con un'angolazione del fascio in direzione mesiodistale o apicocoronale. Se il canino si sposta nello stesso senso del fascio, vuol dire che si trova più vicino al tubo rispetto ai denti adiacenti e quindi è in posizione vestibolare.

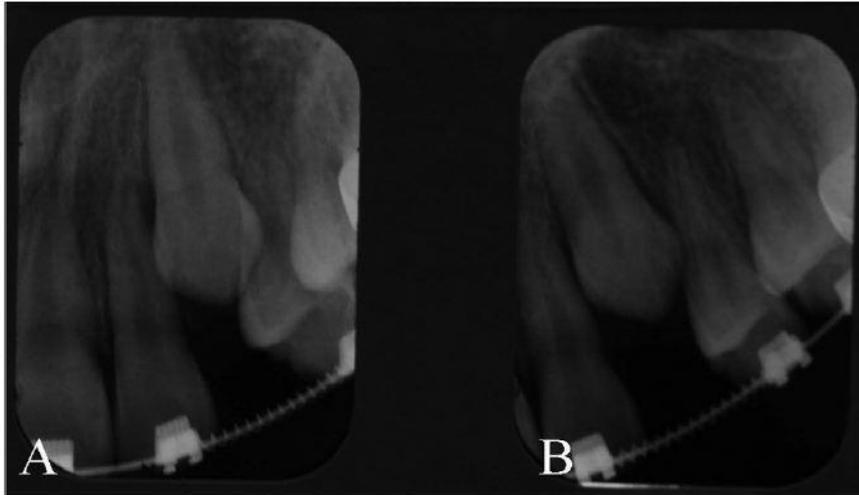


Fig.1.4.2: in queste due radiografie periapicali il tubo radiogeno è stato spostato in direzione distale in relazione alla prima radiografia. Poiché nella seconda radiografia periapicale il canino appare spostato in direzione mesiale, si può dedurre che il canino si trovi in una posizione vestibolare, in accordo con la teoria dell'oggetto vestibolare.

Endorale occlusale

Questa radiografia può essere eseguita secondo varie proiezioni: la più usata è quella di Simpson (fascio perpendicolare alla lastra passando per la glabella).

Se in questa immagine la cuspidè del canino è posta anteriormente alla linea ideale che congiunge gli apici degli incisivi laterali, la posizione sarà vestibolare e viceversa.²⁰ La radiografia occlusale tradizionale fornisce indicazioni utili circa la posizione dei canini in senso vestibolo-palatale, ha tuttavia un alto livello di dosaggio radiografico (paragonabile a quello di una radiografia endorale, inoltre irradia cristallino e tiroide, oltre alle strutture cerebrali). In tal senso è più interessante la proiezione di Ong che viene effettuata su paziente in posizione eretta e capo iperesteso e fonte radiogena sul vertice del capo del paziente: non viene pertanto esposta la tiroide.²¹

Teleradiografia latero-laterale

È un'indagine cardine nell'impostazione di un piano di trattamento ortodontico in quanto dà indicazioni circa la direzione di crescita mandibolare e quindi circa la scelta di dispositivi adeguati al trattamento più opportuno del paziente in oggetto.

Riguardo agli elementi inclusi dà indicazioni sulla loro posizione sul piano verticale, ma non su quello trasverso.²²

TC

La TC consente di avere un eccellente contrasto dei tessuti, eliminando le sovrapposizioni con gli elementi adiacenti. Tuttavia poiché la tomografia computerizzata dà al paziente una dose di radiazioni molto elevata, il rapporto costo/beneficio sfavorevole al paziente ne limita l'utilizzo solo in casi particolari, laddove non è sufficiente solamente la diagnosi bidimensionale.

Dalla TC è possibile identificare facilmente la posizione degli elementi inclusi e valutare con precisione i rapporti con le strutture anatomiche vicine ed eventuali riassorbimenti radicolari degli elementi dentali adiacenti.

CBCT

La Cone Beam Computed Tomography (CBCT) è stata introdotta per la prima volta nella professione odontoiatrica nel 2001.

A differenza delle TC convenzionali, le apparecchiature delle CBCT utilizzano un fascio conico per l'acquisizione dell'intera regione di interesse in una singola rotazione e sono ideali per esami radiologici per il complesso maxillofacciale.

Questa tecnologia non riduce solo la dimensione e il costo degli scanners, ma riduce l'inefficienza dei raggi-x con una conseguente riduzione dell'esposizione del paziente ai raggi. La dose della cbct infatti è approssimativamente un decimo di quella rilasciata dalla TC e rientra nel range di dosi rilasciate durante le radiografie convenzionali.

Acquisizione dell'immagine:

Il paziente è in posizione seduta. Il tempo per l'acquisizione di un intero volume varia dai 10 ai 70 secondi. La compliance del paziente è molto alta grazie alla procedura non invasiva simile a quella di una panoramica.

Collimazione del fascio di raggi-x:

La maggior parte delle apparecchiature per CBCT consentono all'operatore di ridurre il campo di radiazioni collimando il fascio primario di raggi alla sola regione di interesse.

Per esempio è possibile acquisire solo l'osso mascellare tenendo la mandibola fuori dal campo di radiazione, così come è possibile l'acquisizione simultanea delle ossa mascellari e mandibolari.

Accuratezza dell'immagine:

Le immagini radiografiche non presentano un ingrandimento come le radiografie convenzionali ma mantengono misure fedeli alla realtà in una scala 1:1.

Con le cbct è possibile visualizzare nei tre piani dello spazio, senza sovrapposizioni, il rapporto dei canini inclusi con le altre strutture anatomiche e, a differenza delle radiografie bidimensionali che possono evidenziare riassorbimenti apicali ma non quelli presenti sulla superficie palatale o vestibolare, con le cbct è possibile la visualizzazione di queste grazie alle immagini assiali.²³

Tra i vantaggi più evidenti offerti dalla tecnica CBCT vi sono:

- dosi radianti ridotte;
- tempi brevi di scansione;
- apparecchiature di costo ridotto;
- software che consentono studi bi- e tridimensionali, valutazioni pre - implantologiche e studi cefalometrici.

1.5 Prognosi

La prognosi per il trattamento dei canini inclusi si basa essenzialmente sulla loro posizione, indagata attraverso i gli esami radiografici descritti precedentemente.

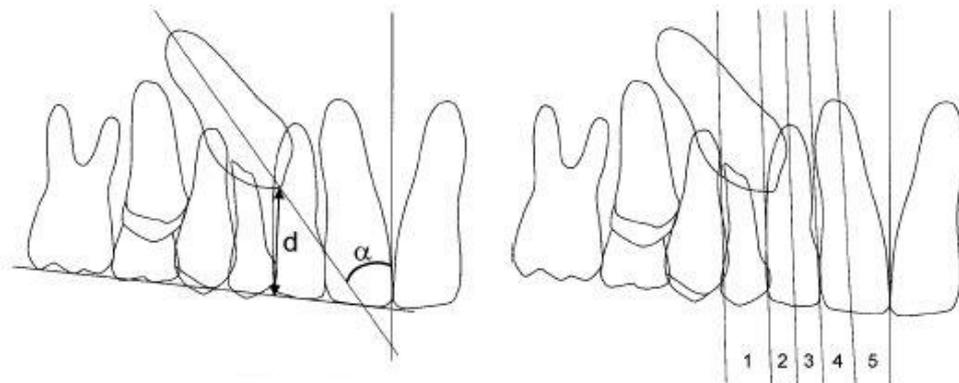
1.5.1 Lo schema di Ericson e Kuroi

Prima dell'avvento della cbct, Ericson e Kuroi hanno proposto un metodo per una valutazione prognostica dei canini inclusi, identificando sull'ortopantomografia tre settori in cui l'elemento poteva essere localizzato.

In base al settore si definiva l'opportunità o meno di un'estrazione del canino deciduo, il rischio di riassorbimento radicolare a carico dell'incisivo laterale, e la durata prevista per il trattamento.²⁴

Definizione dei settori:

- angolo α : angolo formato tra l'asse lungo del canino incluso e la linea mediana interincisiva;
- d: distanza perpendicolare del vertice della cuspidi del canino incluso rispetto al piano oclusale



- settore 1: se il vertice della cuspidi del canino è compreso tra la linea mediana interincisiva e l'asse lungo dell'incisivo centrale;
- settore 2: se il vertice della cuspidi del canino è compreso tra l'asse maggiore del centrale e del laterale;
- settore 3: se il vertice della cuspidi del canino è compreso tra l'asse maggiore del laterale e del primo premolare.
- settore 4: se il vertice della cuspidi del canino è compreso tra l'asse maggiore

del centrale e la tangente al suo margine distale;

- settore 5: se il vertice della cuspidale del canino è compreso tra l'asse maggiore del centrale e la tangente al suo margine mesiale.

La posizione di medialità del canino definita in base alla posizione di appartenenza, è utilizzata per valutare l'opportunità di effettuare l'estrazione precoce del canino deciduo per facilitare l'eruzione del permanente in soggetti in fase di crescita.

Il rischio di riassorbimento della radice dell'incisivo laterale: esso aumenta del 50% se la cuspidale del canino appartiene al settore 2 e 1 e se l'angolo è maggiore di 25° ^{24,25}.

La durata del trattamento è più lunga se il canino si trova nel settore 1, più breve se appartiene al settore 3 rispetto al settore 2.

1.5.2 La teleradiografia

In una teleradiografia laterolaterale, la valutazione del canino incluso si fa tracciando l'asse lungo dello stesso, ed intersecandolo con la perpendicolare al piano di Francoforte.²⁵

Se ne ricavano vari angoli il cui significato dal punto di vista prognostico è il seguente:

- sono considerati nella norma valori fino a 10° ;
- tra 15° e 25° aumentano le possibilità di necessità di trattamento;
- tra 25° e 45° la crescita spontanea è un'eccezione e le difficoltà di trattamento aumentano;
- oltre i 45° è opportuno porre delle riserve circa le possibilità di buona riuscita del trattamento.

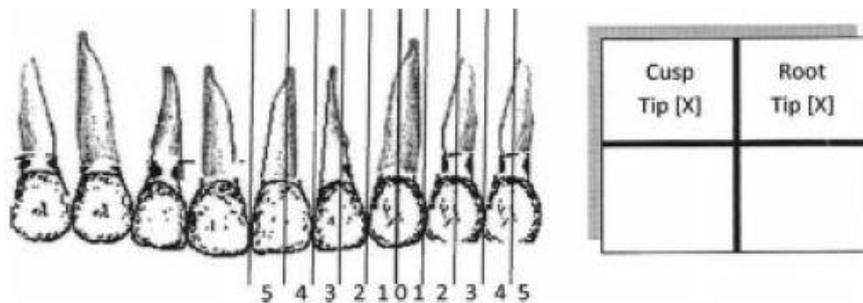
1.5.3 KPG Index

Per valutare la difficoltà del trattamento dei canini inclusi, è stato proposto un indice che sulla base della posizione dell'elemento incluso, nei tre assi x, y, z, assegna un punteggio in una scala di valori da 0 a 30.²⁶

Le immagini radiografiche usate in questo studio comprendono l'ortopantomografia per la localizzazione sugli assi x e y, e la CBCT per l'asse z.

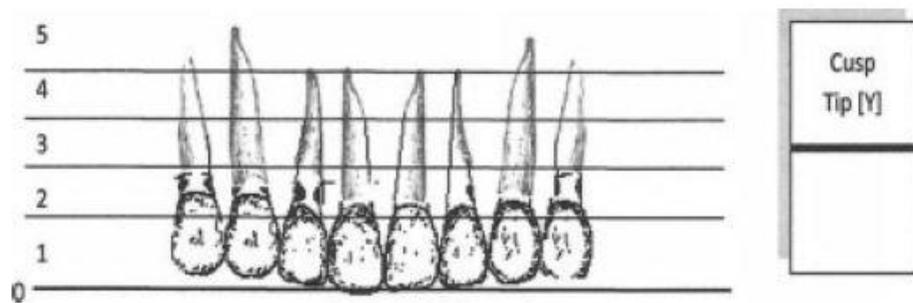
- posizione del canino sull'asse x: si considera il rapporto della cuspid e o dell'apice radicolare del canino con i denti adiacenti:

0. Cuspide/ apice sono nel giusto asse di eruzione;
1. Cuspide/ apice sono tra la bisettrice del canino e il margine dell'alveolo sia M che D;
2. Cuspide/ apice sono tra il margine dell'alveolo del canino e la bisettrice dell'elemento adiacente (D del laterale o M del premolare);
3. Cuspide/ apice sono nell'altra metà dell'elemento adiacente ovvero nella metà M del laterale o D del primo premolare;
4. Cuspide/apice sono nella metà D dell'incisivo centrale o M del secondo;
5. Cuspide/ apice sono nella metà M dell'incisivo centrale o D del secondo premolare.

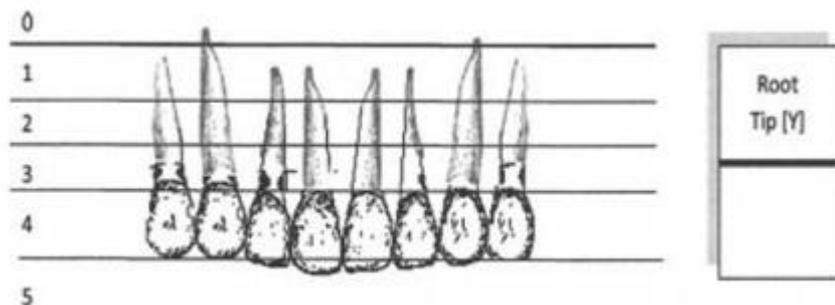


- posizione sull'asse y: scala per localizzare la cuspid e del canino:
 0. Cuspide nella corretta localizzazione verticale;
 1. Cuspide in regione coronale del laterale;

2. Cuspide giace orizzontalmente al terzo cervicale dell'incisivo laterale;
3. Cuspide giace orizzontalmente al terzo medio dell'incisivo laterale;
4. Cuspide giace orizzontalmente al terzo apicale dell'incisivo laterale;
5. Cuspide è sopra apicale al laterale.



- posizione sull'asse y: scala per localizzare l'apice del canino :
 0. Apice nella corretta localizzazione verticale;
 1. Apice giace orizzontalmente al terzo apicale dell'incisivo laterale;
 2. Apice giace orizzontalmente al terzo medio dell'incisivo laterale;
 3. Apice giace orizzontalmente al terzo cervicale dell'incisivo laterale;
 4. Apice in regione coronale;
 5. Apice oltre la regione coronale



- posizione sull'asse z: si considera la deviazione dall'arco occlusale:

0. Cuspide/apice nella corretta posizione lungo l'arco occlusale;

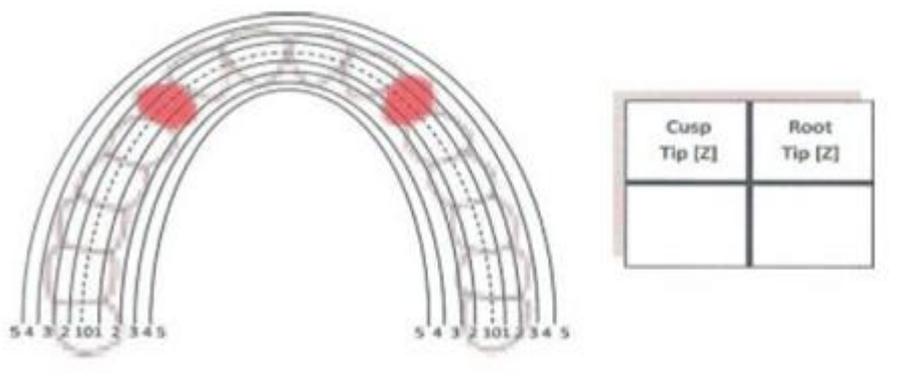
1. Cuspide/apice a 0-2.0 mm dall'arco occlusale sia buccalmente che lingualmente;

2. Cuspide/apice a 2.0-4.0 mm dall'arco occlusale sia buccalmente che lingualmente;

3. Cuspide/apice a 4.0-6.0 mm dall'arco occlusale sia buccalmente che lingualmente;

4. Cuspide/apice a 6.0-8.0 mm dall'arco occlusale sia buccalmente che lingualmente;

5. Cuspide/apice a più di 8.0 mm dall'arco occlusale sia buccalmente che lingualmente.



La somma dei punteggi identifica il grado di difficoltà:

- tra 0 e 9: grado facile

- tra 10 e 14: grado moderato

- tra 15 e 19: grado difficile

- superiore a 20: grado estremamente difficile

1.5.4 Rischi

La maggior parte dei canini inclusi possono rimanere asintomatici per decenni; ciò nonostante, alcuni di essi possono aumentare il rischio di infezioni, cisti follicolari e riassorbimento esterno radicolare dei denti adiacenti, in particolare degli incisivi superiori.²⁷

L'incidenza del riassorbimento esterno delle radici degli incisivi a seguito di un'eruzione ectopica dei canini mascellari è del 12%, ma questa complicanza può verificarsi anche in presenza di un'eruzione fisiologica dei canini.²⁷

Questa particolare forma di riassorbimento colpisce generalmente un'area limitata della radice, originando dalla superficie radicolare a livello dell'attacco connettivale e viene definita "riassorbimento invasivo cervicale" (ICR).

L'eziologia e i meccanismi biologici legati a questa lesione non sono stati ancora totalmente chiariti. Alcuni studi hanno indicato un follicolo dentale attivo e di ampie dimensioni come responsabile del riassorbimento radicolare, mentre una ricerca condotta da Ericson et al. ha mostrato come il follicolo del canino in eruzione provocasse il riassorbimento del contorno parodontale dei denti adiacenti ma non dei tessuti duri della radice. Il riassorbimento radicolare esterno sembra dunque essere più probabilmente un effetto del contatto tra il canino in eruzione e il dente adiacente, della pressione esercitata in fase di eruzione, e dell'attività cellulare nei punti di contatto.²⁸

1.6 Il movimento dentale

1.6.1 Le basi biologiche

Il trattamento ortodontico si basa sul principio per cui una forza prolungata applicata a un dente provoca il suo movimento, a seguito del rimodellamento dell'osso circostante.

Una forza esercitata sul dente genera a livello del legamento parodontale aree di tensione e di pressione, con un conseguente stiramento e compressione delle fibre collagene.

Secondo la “pressure-tension theory” in queste zone si viene a determinare un’alterazione del flusso sanguigno, che si riduce nelle aree di pressione, mentre viene mantenuto costante o aumentato nelle aree di tensione. Questa alterazione vascolare comporta un cambiamento dell’ambiente chimico, con una diminuzione o aumento dei livelli di ossigeno e altri metaboliti come l’AMP ciclico, a seconda delle aree. Questi cambiamenti stimolano, direttamente o indirettamente, la differenziazione delle cellule mesenchimali presenti nel legamento parodontale o portati in situ dai vasi, in osteoblasti e osteoclasti, la cui attivazione dà avvio ai processi di apposizione e riassorbimento del tessuto osseo.²⁹

1.6.2 Le forze

In ortodonzia vengono definiti diversi tipi di movimento dentale, che possono essere ottenuti attraverso l’impiego di una forza singola o di un sistema di forze.

Ai fini della trazione dei canini inclusi, nelle prime fasi del trattamento viene applicata una forza singola, che mira a un movimento di estrusione del canino.

Quando il canino raggiunge il piano occlusale, l’arco viene ingaggiato nel bracket del canino: in questo modo si applica una coppia di forze sul canino che permette di ottenere un movimento controllato e più preciso, che consente il giusto posizionamento in arcata dell’elemento.

1.7 L’ancoraggio

L’ancoraggio dentale è definito come la resistenza al movimento dentale non desiderato.³⁰ Secondo la terza legge di Newton a un’azione corrisponde una reazione uguale e contraria.

Una forza ortodontica applicata allo scopo di produrre uno spostamento dentale, genera una forza di reazione che dà come risultato lo spostamento dell’unità di ancoraggio (o “unità reattiva”).

L'ancoraggio è la resistenza alla forza di reazione, il suo controllo è un prerequisito essenziale per il successo di un trattamento ortodontico.³¹

Convenzionalmente, dispositivi extraorali (TEO, maschera di Delaire) e intraorali (arco transpalatale (TPA), quadhelix) sono usati per rinforzare l'ancoraggio.

L'uso di apparecchi extraorali è ostacolato dalla scarsa collaborazione³² dei pazienti e dalle potenziali lesioni iatrogene associate a questi.³³ Dispositivi intraorali eliminano la necessità di collaborazione del paziente, ma dipendono dal numero di unità reattive di ancoraggio e dal supporto parodontale. Nella maggior parte dei casi in cui vengono applicati questo genere di apparecchi, si verifica un certo grado di perdita di ancoraggio, che si traduce in uno spostamento o una inclinazione dentale.³⁴

Una strategia per impedire che ciò si verifichi, consiste nel rinforzare l'ancoraggio aggiungendo unità reattive, in modo che la forza di reazione sia distribuita su un'area di legamento parodontale maggiore.³⁵

L'ancoraggio può essere massimo (o assoluto), medio o minimo.

L'ancoraggio assoluto è definito come l'assenza di movimento dell'unità di ancoraggio, in seguito alle forze di reazione.³⁶ Esso può essere raggiunto solo se il dispositivo di ancoraggio è fissato nell'osso ("ancoraggio scheletrico").

Questi dispositivi comprendono le miniviti, le miniplacche, gli impianti palatali, gli onplants e gli impianti dentali.

Dall'introduzione dell'ancoraggio osseo con Creekmore nel 1983 e Jenner nel 1985 ci sono stati diversi reports e studi clinici sull'uso e l'efficacia di miniviti, miniplacche e impianti palatali.

1.7.1 Le miniviti

I mini impianti per ancoraggio ortodontico sono dei "dispositivi di ancoraggio scheletrico"³⁷ che consentono di ottenere un ancoraggio ortodontico intraorale ma extra dentale ³⁸. I mini impianti si dividono in tre tipologie: mini impianti ad inserzione palatale mediana³⁹; placche di ancoraggio⁴⁰; miniviti (miniscrews)⁴¹.

Le miniviti (o "TAD": temporary anchorage devices) sono i dispositivi di ancoraggio scheletrico più diffusi e sono caratterizzate dalla possibilità di ottenere un ancoraggio assoluto temporaneo; assenza di collaborazione da parte del

paziente e di avere dimensioni ridotte.⁴² L'ancoraggio è assoluto perché le forze di reazione ortodontiche si scaricano sulle ossa mascellari⁴³ e non sugli elementi dentari ed è temporaneo perché il processo di guarigione tra fixture ed osso consiste generalmente in una ridotta osteointegrazione od in una osteofibrointegrazione⁴⁴ che consente a fine trattamento di rimuovere la vite semplicemente mediante la sola azione di svitamento⁴⁵. Le miniviti danno la possibilità di applicare le biomeccaniche ortodontiche in modo permanente quindi eliminano la necessità di collaborazione del paziente al trattamento ortodontico, consentendo all'ortodontista di ridurre i tempi di terapia⁴⁶.



Misure. Le miniviti hanno dimensioni ridotte, il diametro della fixture infatti è compreso tra 1 e 2 mm e la lunghezza tra 5 e 10 mm⁴⁷, e consentono quindi di utilizzare la porzione di osso interradicolare. Secondo un recente studio sui fattori correlati al tasso di successo delle miniviti, le misure ideali corrispondono a 8mm per la lunghezza e a 1,2mm per il diametro.⁴⁸

Materiali. Il materiale ideale presenta i seguenti requisiti:

- non tossico e biocompatibile
- eccellenti proprietà meccaniche
- resistenza alla corrosione

A seconda della risposta che inducono nell'organismo, i materiali possono essere classificati in tre categorie:

- biotolleranti (acciaio inossidabile, lega cromo-cobalto)
- bioinerti (titanio, carbonio)
- bioattivi (idrossiapatite, *ceramic oxidized aluminum*)

Ad oggi il materiale di elezione è rappresentato dal titanio.⁴⁹

Forma. Determina l'area di contatto fra osso e minivite disponibile per il trasferimento dello stress e la stabilità iniziale. Il disegno deve limitare al minimo il trauma chirurgico e permettere una buona stabilità primaria. Quella più comunemente usata è una forma cilindrico-conica, con superficie liscia o filettata.⁴⁷

Sito di inserimento. Ai fini di garantire ancoraggio durante la trazione di un canino incluso, le miniviti vengono inserite in un'area compresa tra il primo premolare e il secondo molare, in sede palatale o vestibolare a seconda della sede di inclusione.⁴⁸ La gengiva cheratinizzata rappresenta il sito di elezione per l'inserimento delle miniviti, assicurando una migliore salute dei tessuti circostanti e quindi una maggiore stabilità e durata della minivite.⁴⁸

Prima dell'intervento di inserimento è necessario valutare tramite una TC la quantità di osso interradicolare, in termini di altezza e spessore. La minivite deve essere posizionata a 2,5 mm di distanza dalle radici dei denti adiacenti.

Tecniche di inserimento. A seconda del disegno e delle dimensioni della minivite, vengono impiegati due diversi metodi:

- metodo autofilettante: la minivite è introdotta nel tunnel osseo prodotto dalla fresa, maschiando la superficie ossea durante l'inserimento. Viene usato per miniviti di piccolo diametro.
- Metodo *autodrilling*: la minivite viene introdotta direttamente nell'osso, senza previa fresatura. Viene usata per miniviti di diametro maggiore.⁴⁷

Rischi. L'inserimento delle miniviti è da considerarsi un atto chirurgico poiché un'errata manipolazione dell'osso può facilmente portare ad una reazione infiammatoria attorno alle stesse e un errato posizionamento può portare al loro svitamento.

I principali problemi cui si può andare incontro nell'inserimento di una minivite sono:

- Svitamento precoce della minivite;
- Reazione infiammatoria attorno alla minivite con relativa espulsione della stessa e contemporanea perdita di una piccola quota ossea attorno a essa;
- Frattura della minivite;
- Lesione della struttura parodontale di un dente nel momento in cui "tocchiamo" con la microvite l'elemento dentario;

- Lesione delle strutture anatomiche vicine al sito di inserzione (vascolari, nervose e seno mascellare);
- Decubito sulla mucosa alveolare e sulla mucosa geniena che si crea spesso soprattutto all'arcata inferiore.

1.7.2 Il sezionale in TMA

Nei primi anni '80 fu introdotta una nuova lega del titanio, il β -titanio, commercializzata dalla Ormco (Glendora, Calif) col nome di TMA (*titanium-molybdenum alloy*).

Questo materiale presenta proprietà a metà tra l'acciaio e il Ni-Ti:

- modulo elastico inferiore all'acciaio e vicino al Ni-Ti
- modellabilità
- eccellente resilienza

Il filo in β -titanio può subire ampie deflessioni senza deformarsi in modo permanente. L'ampia area di intervallo tra il punto di deformazione reversibile e quello permanente garantisce un miglior controllo delle forze.

Il sezionale consiste in un segmento di filo che si inserisce da una parte nella cannula sulla banda del primo molare, e dall'altra al bottone sulla corona esposta del canino incluso.

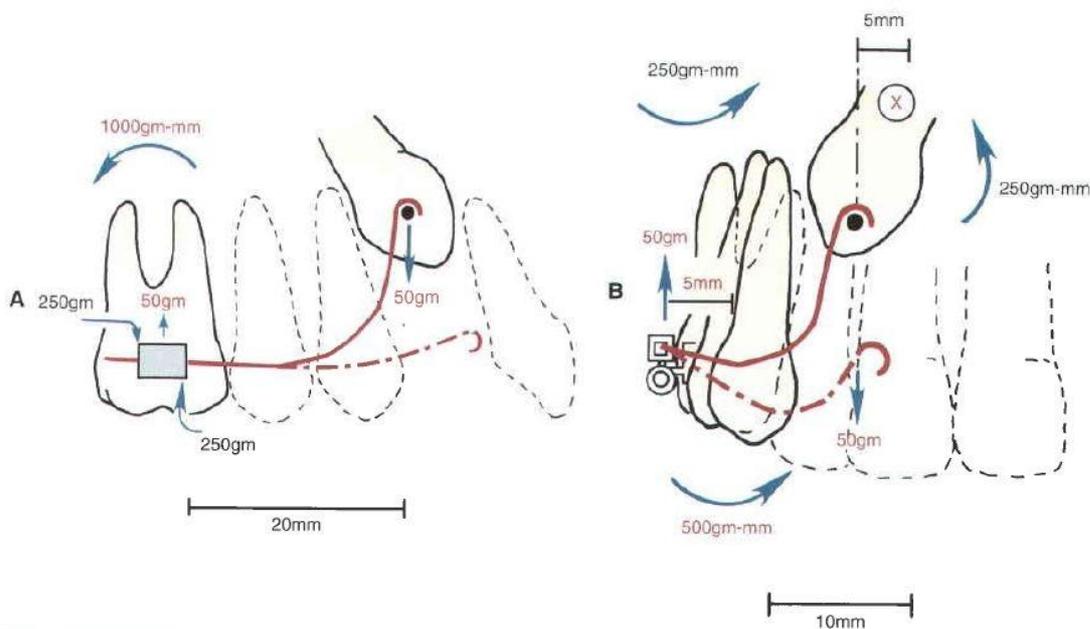


Fig.1.7.2: sistema di forze esercitate da un sezionale applicato per la trazione di un canino incluso.

Il sezionale applicato al canino genera una forza singola di estrusione di 50gm, a cui corrisponde una forza di intrusione di 50 gm sul molare (unità reattiva) e un momento rotazionale il cui modulo è in funzione della lunghezza del sezionale.⁵⁰ Per impedire il movimento dell'unità di ancoraggio rappresentata dal molare, si può rinforzare il sistema di ancoraggio aggiungendo una seconda unità reattiva, ossia il molare controlaterale, attraverso un arco transpalatale (TPA).

1.8 Il trattamento dei canini inclusi

L'inclusione canina può essere prevenuta grazie a una diagnosi precoce, la cui importanza è evidenziata da uno studio di Ericson e Kuroi.²⁴

Secondo questo studio, quando si sospetta che un canino superiore permanente erompa in sede ectopica o non erompa affatto, l'estrazione del canino deciduo è raccomandata nei soggetti tra i 10 e i 13 anni.

Nel 78% dei casi questo intervento è sufficiente a stabilire un normale tragitto di eruzione nei 12 mesi dopo l'estrazione.

Un successivo studio ha riportato che il 91% dei canini ectopici raggiungevano la corretta posizione in arcata, se la corona del canino era distale all'asse maggiore dell'incisivo laterale al momento dell'estrazione del canino deciduo.

Quando invece questa si trovava distale a tale asse, l'eruzione spontanea avveniva nel 64% dei casi.⁵¹

Quando il trattamento preventivo non ha successo, è necessario intervenire.

Secondo Proffit, i problemi che possono sorgere durante il trattamento di un canino incluso, sono: l'esposizione chirurgica, il posizionamento del bottone ortodontico, la trazione per portare il canino in arcata.⁵²

Bishara propone l'esposizione chirurgica del canino incluso senza la successiva trazione, nei casi in cui il canino presenti una corretta inclinazione assiale⁵³ mentre secondo Ericson e Kurol i denti esposti chirurgicamente raramente erompono nello spazio creato senza l'applicazione di una forza, specialmente se la radice è già formata.²⁴

Il trattamento che mira all'estrusione dei canini inclusi e alla loro trazione in arcata, comprende tre momenti essenziali:

- la fase pre-ortodontica: mira alla creazione di spazio in arcata per l'elemento incluso
- la disinclusione chirurgica: comprende l'esposizione della corona e il posizionamento dell'attacco ortodontico
- la trazione ortodontica: finalizzata all'estrusione del canino incluso e al suo posizionamento in arcata

1.8.1 La fase pre-ortodontica

E' la fase preliminare all'intervento chirurgico perché si crei in arcata lo spazio sufficiente all'alloggiamento del canino e si scelga il dispositivo di ancoraggio per la successiva trazione dell'incluso.

Nei casi di spazio sufficiente i dispositivi per mantenere il perimetro corretto possono variare a discrezione dell'ortodontista dal semplice arco palatale, al bottone di Nance, dal Quod Helix alla barra transpalatale.

Se invece è necessario recuperare spazio per alloggiare il canino l'allineamento e il livellamento degli altri elementi devono precedere la fase di trazione dell'incluso, che deve avvenire su archi spessi in acciaio quindi già nelle fasi terminali del trattamento ortodontico.

Per ricreare spazio si usano gli apparecchi descritti nella fase intercettiva:

- distalizzatori intra o extraorale nei casi di II classi scheletriche e dentali e I classi scheletriche ma II dentali da mesializzazione molare;
- espansore palatale.

Nei casi di grave affollamento (deficit superiore a 8 mm) può essere necessaria l'estrazione dei premolari

1.8.2 La disinclusione chirurgica

L'intervento chirurgico finalizzato all'esposizione della corona dell'elemento incluso può essere eseguito secondo diverse tecniche, la cui principale differenza è rappresentata dal tipo di lembo di accesso. I lembi di accesso dovrebbero permettere il massimo rispetto dei tessuti parodontali e consentire la presenza di un parodonto normale, con un'adeguata banda di gengiva cheratinizzata intorno al colletto dell'elemento alla fine del riposizionamento ortodontico.⁵⁴

Il disegno del lembo determina il tipo di trazione ortodontica:

- trazione ortodontica a cielo coperto: il lembo di accesso viene riposizionato nella sua posizione iniziale, e la catenella connessa al canino esce dalla parte più coronale del lembo. Consente l'eruzione guidata del dente da recuperare al centro del processo alveolare, imitando l'eruzione fisiologica di un elemento dentario, ottimizzando quindi la morfologia dei tessuti parodontali che lo circondano.



Fig.1.8.2: trazione a cielo coperto: dopo lo scollamento di un lembo a tutto spessore e il posizionamento del bottone ortodontico sulla corona del canino, il lembo viene riposizionato facendo fuoriuscire la catenella metallica dal suo margine più coronale.

- trazione ortodontica a cielo aperto: il lembo di accesso viene riposizionato in posizione apicale rispetto all'elemento incluso. Per garantire la presenza di una buona banda di gengiva cheratinizzata intorno al colletto dell'elemento alla fine del trattamento ortodontico, il lembo deve comprendere una banda di gengiva aderente. Durante la trazione il lembo seguirà l'elemento dentario.

Lembi di accesso:

- lembo in cresta: indicato in caso di elementi dentari inclusi al centro della cresta alveolare, in cui si programmi una trazione ortodontica a cielo coperto per via transalveolare.
- lembo paramarginale: viene inciso un lembo paramarginale trapezoidale a tutto spessore, che successivamente all'esposizione della corona, può essere riposizionato nella sua posizione originale (quindi per una trazione a cielo coperto) oppure apicalmente alla corona (trazione a cielo aperto).
- lembo intrasulculare palatale: si esegue un lembo a tutto spessore da premolare a premolare cercando di preservare se possibile il fascio vascolo nervoso nasopalatino (anche se reciso non presenta complicanze preoccupanti). Palatalmente il lembo paramarginale può rappresentare una seconda opzione; permette infatti la preservazione delle papille ma il maggiore sanguinamento crea problemi nel successivo attacco del bottone ortodontico.

- opercolizzazione: rappresenta un'alternativa all'incisione e scollamento di un lembo. Consiste nell'asportazione mediante bisturi o elettrobisturi della fibromucosa palatina sovrastante l'elemento incluso. Particolarmente adatta in caso di inclusione palatale superficiale.

Quando l'inclusione è profonda e alta, e in arcata è presente il canino deciduo, è possibile eseguire una tunnellizzazione dell'osso alveolare tra l'apice dell'alveolo del deciduo (che viene estratto contestualmente) e la corona dell'incluso.⁵⁵



Fig.1.8.2: tecnica della tunnellizzazione: dopo l'estrazione del canino deciduo e lo scollamento di un lembo a tutto spessore, è stato eseguito un tunnel osseo tra l'apice dell'alveolo e il canino incluso. Attraverso il tunnel viene fatta passare una catena metallica per la trazione.

Se l'inclusione è solo sottomucosa lo scollamento del lembo permette l'accesso alla corona, mentre in caso di inclusione ossea, si rende necessaria un'ostectomia per la sua esposizione. L'ostectomia deve essere eseguita con una fresa a rosetta, iniziando dalla zona di più probabile localizzazione del dente incluso ed esercitando una pressione minima, per non rischiare di asportare anche lo smalto dell'elemento da recuperare.

La scelta del lembo e quindi della tecnica di esposizione chirurgica deve basarsi su diversi criteri, primo su tutti la sede di inclusione.

Inclusione vestibolare.

I criteri che devono guidare il chirurgo nella scelta sono⁵⁶:

1. La posizione vestibolo-linguale del canino: se l'inclusione è abbastanza superficiale, tutte e tre le tecniche sono attuabili. In caso invece di un'inclusione profonda (il canino si trova al centro dell'alveolo) è indicata la

tunnellizzazione, in modo da evitare la rimozione di una quantità eccessiva di osso vestibolare.

2. La posizione verticale del canino rispetto alla giunzione muco-gengivale: se la corona del canino si trova per la maggior parte coronalmente rispetto ad essa, sono indicate tutte e tre le tecniche. Se si trova apicalmente alla suddetta linea, il chirurgo dovrà propendere di nuovo per una tunnellizzazione, in quanto un'altra tecnica comporterebbe la mancanza di un'adeguata banda di gengiva aderente intorno al dente, e un lembo a riposizionamento apicale porterebbe instabilità dell'elemento e una possibile intrusione alla fine del trattamento ortodontico.
3. La quantità di gengiva: se la gengiva nell'area del canino incluso è poca, è indicata l'esecuzione di un lembo a riposizionamento apicale, che facilita la formazione di gengiva intorno all'elemento.
4. La posizione mesio-distale della corona: se la corona si trova mesialmente e sovrapposta alla radice dell'incisivo laterale, anche in questo caso è consigliabile un lembo a riposizionamento apicale.

Inclusione palatale.

L'esposizione chirurgica del canino in sede palatale può avvenire mediante:

- incisione e scollamento di un lembo mucoperiosteo intrasulculare o paramarginale, successivamente riposizionato nella sede iniziale, permettendo una trazione a cielo coperto
- opercolizzazione nei casi di inclusione superficiale (fibro-mucosa).



Una volta esposta la corona del canino, si procede con il posizionamento del bottone ortodontico.

In passato venivano usate delle legature metalliche posizionate intorno alla corona del canino ma, il rischio di danneggiare l'attacco parodontale ne ha limitato l'uso. Inoltre uno studio condotto da Byond che ha confrontato l'uso di queste con il posizionamento di bracket sulla corona dei canini inclusi, ha dimostrato una maggior incidenza di anchilosi, mancata eruzione, riassorbimento radicolare esterno, e perdita della mucosa aderente, in seguito alle maggiori dimensioni richieste per il lembo.

Successivamente vennero usati dei pernini parapulpari, inseriti (*drilled*) nel dente e ai quali venivano sospesi dei fili per la trazione dei canini. Il rischio di un danno pulpale giustifica l'abbandono di questa tecnica.

Con l'avvento delle tecniche adesive l'approccio consiste nell'esporre un'area della corona del canino e cementare al momento dell'esposizione un bottone ortodontico, tramite resine fotopolimerizzabili.

Il dispositivo ortodontico dovrebbe essere posizionato il più coronalmente possibile, per facilitare la successiva trazione e guidare l'eruzione al centro del processo alveolare.

Il mantenimento di un campo asciutto è la premessa fondamentale per ottenere una buona adesione dell'attacco ortodontico al dente incluso. Questo si ottiene mediante una buona aspirazione dei fluidi endorali e con una corretta emostasi.

L'uso di un getto di aria per asciugare la corona deve essere invece sempre evitato, perché facilmente determina la contaminazione della corona stessa da parte del sangue. Per la mordenzatura viene comunemente utilizzato l'acido ortofosforico al 37% sotto forma di gel così da facilitarne il posizionamento ed evitarne la diffusione sul tessuto osseo.

Il mordenzante viene applicato solitamente per un tempo di 30-60 secondi e viene poi rimosso con un abbondante lavaggio di soluzione fisiologica.

Il dente viene poi asciugato con l'aspiratore chirurgico, fino a quando la superficie dentale non assume il tipico aspetto gessoso dello smalto dopo la mordenzatura.

Per l'adesione del dispositivo ortodontico può essere utilizzata una resina composita foto o autopolimerizzabile applicata direttamente al bottone ortodontico associata all'applicazione di un adesivo alla superficie dentale mordenzata.

Dopo che il processo di polimerizzazione si è completato, se ne verifica l'efficacia con una pinzetta. Al bottone viene poi applicata una catenella d'oro che in caso di trazione cielo coperto, viene fatta fuoriuscire dalla parte più coronale del lembo.⁵⁴

1.8.3 La trazione ortodontica

La trazione meccanica dovrebbe idealmente iniziare immediatamente dopo l'intervento di disinclusione; quando questo non è possibile, il movimento ortodontico dovrebbe iniziare non più tardi di due o tre settimane dall'intervento.⁵⁷

Le tecniche per la trazione in arcata dei canini inclusi sono molteplici, ma per evitare che si verifichino effetti indesiderati, devono rispettare alcuni principi.

Le forze applicate devono essere basse per facilitare il rimodellamento osseo senza bloccare la vascolarizzazione e riattivate di frequente.

La direzione della forza di trazione riveste poi un ruolo altrettanto importante; deve preservare lo stato di salute dei denti adiacenti, evitando che lo spostamento dell'elemento incluso generi riassorbimenti o necrosi degli incisivi laterali o dei premolari e deve indirizzare il canino al centro del processo alveolare, riproducendo l'eruzione fisiologica. E' stato dimostrato che più il tragitto di eruzione si accosta al fisiologico, minori saranno i tempi di trattamento e minori i danni parodontali, come riassorbimenti ossei o recessioni gengivali.

Le caratteristiche ideali dei dispositivi per la trazione sono:

- eccellente ancoraggio
- minima richiesta di compliance
- buona estetica
- comfort per il paziente
- facilità nel controllo delle forze
- esercizio di una forza leggera (intorno ai 50g) e costante
- versatilità
- basso costo

Arco transpalatale (TPA) con filo ausiliario in acciaio:

Si tratta di un filo sezionale che si estende sul versante palatale dalla cannula sulla banda sul primo molare al bottone ortodontico presente sul canino.⁵⁸

L'arco transpalatale (TPA) dovrebbe fornire l'ancoraggio necessario per impedire movimenti di tipping mesiale e rotazione del molare su cui si esplicano le forze di reazione.

Sezionale in TMA:

Presenta un disegno simile al filo ausiliario in acciaio, estendendosi dalla cannula sulla banda del primo molare al bottone ortodontico sul canino. A differenza del filo in acciaio solidarizzato al TPA, può trovarsi anche in posizione vestibolare.⁵⁸

Si differenzia inoltre per le caratteristiche di flessibilità, modellabilità e resilienza, che rendono questo materiale ideale per questo tipo di design.

Magneti:

Raramente usati in campo ortodontico, possono essere impiegati per la trazione di canini inclusi, associati a un apparecchio mobile.⁵⁸

Miniviti (TAD):

Associate a una leva in acciaio su cui si inserisce la trazione elastica, le miniviti rappresentano un mezzo per la trazione dei canini inclusi, grazie alla capacità di offrire un ancoraggio assoluto, in quanto dispositivi di ancoraggio scheletrico.



Altri dispositivi ortodontici possono essere impiegati in associazione all'arco di base in acciaio, che offre sufficiente ancoraggio da permettere l'applicazione di una forza eruttiva sul canino incluso.

Trazione elastica:

Ancorata al filo di base in acciaio 0.018 o 0.019x0.025, ha lo svantaggio di esercitare una forza che decresce rapidamente e la cui direzione è difficilmente controllabile.⁵⁸

“Ballista Spring”:

Ideata da Jacoby, consiste in un filo di acciaio 0.014, 0.016 o 0.018 piegato in basso nella porzione finale dove termina in zona canina con un'ansa in cui si inserisce la legatura elastica per la trazione.

L'effetto della trazione sull'elemento incluso è estrusivo grazie alla componente verticale del filo.⁵⁹

Molla ausiliaria:

L'applicazione di un filo ausiliario vestibolare per la trazione di canini inclusi in sede palatale è stata proposta da Becker e collaboratori. La molla ausiliaria è un filo di acciaio 0.014 0.016 con un'ansa verticale una spirale all'estremità.

Fili ausiliari in Ni-Ti

Grazie alla particolare flessibilità del nichel-titanio, i fili ausiliari di questo materiale sono ideali per continuare la trazione, permettendo l'inclusione nell'arco di base anche di denti molto dislocati.

Quando l'elemento è stato riportato in arcata si rimuove il dispositivo di trazione e si applica un normale bracket sulla corona del canino, che viene così incluso nell'arco di base.

Il filo passando nello slot del bracket esercita una coppia di forze che permette di correggere la posizione del canino, perfezionata dalla successiva applicazione di un torque vestibolare per migliorare l'estetica e aumentare la stabilità dell'elemento.

2. Materiali e metodi

2.1 Studio retrospettivo controllato.

Il presente studio è il seguito del trial clinico registrato sul sito <http://clinicaltrial.gov>, (un registro e database di risultati di studi clinici condotti in tutto il mondo), con il titolo “Three Dimensional Movement Analysis of Maxillary Impacted Canine: a Randomized Clinical Trial”, e numero identificativo NCT01717417.

Scopo del presente studio è valutare in modo preciso e realistico le lesioni dei denti contigui ai canini inclusi in seguito al trattamento di trazionamento.

I pazienti inclusi in questo studio sono stati selezionati secondo i seguenti criteri di inclusione:

- la presenza di uno o due canini superiori inclusi che richiedessero l'esposizione chirurgica e il trattamento ortodontico;
- mancanza di necessità di un trattamento basato su estrazioni (esclusi i terzi molari);
- nessun trattamento in corso o negli ultimi 12 mesi;
- nessuna malattia sistemica in corso;
- nessuna terapia antibiotica o antinfiammatoria che possa compromettere i risultati;

Il trattamento in studio è rappresentato dalla trazione ortodontica dei canini inclusi che sfrutta come sistema di ancoraggio le miniviti, mentre per il trattamento del gruppo di controllo sono stati valutati i denti controlaterali dei pazienti con un solo canino incluso.



2.2 Protocollo

Prima visita:

Si valuta se il paziente risponde ai criteri di inclusione, tramite raccolta della documentazione del caso.

Si prendono quindi le impronte delle arcate per la realizzazione dei modelli e si eseguono le fotografie intra ed extra-orali necessarie allo studio del caso. Vengono inoltre prescritte una ortopantomografia e una teleradiografia latero-laterale.

Grazie a queste indagini è possibile confermare la diagnosi di inclusione canina e verificare che i pazienti rispondano ai criteri di inclusione previsti dallo studio.

Prima cone-beam (T0):

Ai pazienti arruolati nello studio, viene richiesta una cone-beam, che permette di visualizzare la sede e posizione del canino incluso prima dell'inizio della trazione, ovvero in T0.

Trattamento

- trazione mediante uso di una minivite



Ancoraggio:

L'ancoraggio viene applicato prima dell'intervento chirurgico di disinclusione.

Disinclusione chirurgica:

Dopo 4 settimane viene eseguito l'intervento di esposizione del canino incluso.

La tecnica varia in funzione della posizione del canino: in caso di inclusione superficiale, si predilige la tecnica a cielo aperto, mentre si deve scegliere una tecnica a cielo coperto per un'inclusione profonda. Nel primo caso, la quantità di gengiva cheratinizzata e la posizione verticale della corona rispetto alla giunzione muco-alveolare, determineranno la scelta l'opercolizzazione e un lembo riposizionato apicalmente.

Si procede quindi con un'ostectomia per la rimozione dell'osso sovrastante la corona con una rosetta montata su manipolo a basso numero di giri, sotto costante irrigazione.

Quando un'area sufficiente della corona è esposta, si fa un lavaggio con soluzione fisiologica e si asciuga il dente. La superficie dentale viene mordenzata con acido ortofosforico (37%) per 30 secondi, si rimuove l'acido, si sciacqua e si asciuga la corona.

Si pone un sottile strato di adesivo sulla superficie dentale mentre una piccola massa di composito viene messa sul bottone ortodontico. Si adatta il bottone sulla corona e si polimerizza per 40 secondi con una lampada alogena.

Seconda cone-beam (T1):

Poiché la trazione inizia da questo momento, la data dell'intervento di disinclusione rappresenta l'inizio del periodo preso in esame, ovvero T0. La situazione del canino incluso a T0 è valutabile sulla cone-beam eseguita precedentemente all'intervento.

A tre mesi da questa data, viene richiesta una seconda cone-beam, possibilmente eseguita presso lo stesso studio radiografico in cui è stata svolta la prima.

La seconda cone-beam mostra la sede e la posizione raggiunta dal canino dopo tre mesi di trazione, ovvero a T1.

Valutazione dei risultati:

Si vuole confrontare la dimensione radicolare dell'incisivo laterale e del primo premolare in seguito a trazione del canino adiacente. Le misure vengono calcolate tramite la sovrapposizione delle cone-beam a T0 e a T1, che permette di visualizzare gli elementi dentari sulla stessa immagine radiografica, nella posizione prima della trazione e quella raggiunta a 3 mesi dall'inizio.

La dimensione degli elementi adiacenti al canino trazionato viene calcolata misurando la distanza tra l'apice dell'elemento ed il margine incisale per il laterale, e tra l'apice palatale e la cuspidale palatale per il primo premolare. Entrambe le misure vengono prese sia a T0 che a T1.

Per calcolare la perdita di ancoraggio del primo molare viene valutato lo spostamento misurando la distanza tra l'apice palatale del molare a T0 e l'apice a T1, e la distanza tra le cuspidi a T0 e le cuspidi a T1.

2.3 La sovrapposizione di due cone-beam

La sovrapposizione di due cone-beam permette di visualizzare sulla stessa immagine radiografica la posizione di un dente in due tempi diversi.

Affinché possa essere considerata attendibile, la sovrapposizione deve essere precisa.

Step 1. Importare il file dicom in ITK-SNAP. Si utilizza un qualsiasi software in grado di leggere i file dicom e di esportarli. Una volta esportati in una cartella, si apre ITK-SNAP, si importa il file e lo si salva con l'estensione "gipl".

Step 2. Modificare le dimensioni della CBCT (il numero di “tagli” sugli assi x, y, z) e il volume dei voxel, in modo da uniformare tutte le CBCT prese in esame. Si usa il programma SlicerCMF4-1: i dati vengono caricati nel formato “gipl” appena creato. Tramite la funzione Downsize Image → Spacing vengono impostati dimensione e voxel: 0.5, 0.5, 0.5. Il nuovo file viene rinominato come “Nome.lowresPre.gipl” per la CBCT a T0 e “nome.lowresPost.gipl” per la T1.

Step 3. Traslazione della seconda CBCT. Bisogna traslare la CBCT T1 in modo che, indicando un punto sulla CBCT T0, si abbia il punto corrispondente sulla CBCT T1.

Per la traslazione viene usato SlicerCMF4-1, un programma che permette di confrontare e sovrapporre le due CBCT, utilizzando il seguente protocollo:

1. *Add data into the scene* caricare il file “*nome.lowresPre.gipl*” e il file “*nome.LowresPost.gipl*”;
2. *Transform Create LinearTransform* dalla sezione Transformable spostare il file “*nomeLowresPost*” nella sezione Transformed;
3. *Edit* si inseriscono i valori di traslazione e rotazione, in senso Antero-Posteriore, Destro-Sinistro e Inferiore-Superiore, per una sovrapposizione ottimale delle due CBCT;
4. *Apply Matrix Input volume:* “*nome.lowresPost*”; *Registration matrix:* “*LinearTransform_3*”; *References volume:* “*nome.lowresPre*”;
5. *Output volume* inserire il nome del file “*nome.Trans*” *Apply* SlicerCMF4-1 crea un nuovo file nominato “*PazienteTrans.gipl*”;

Step 4. Si costruisce il modello tridimensionale (*segmentation*) degli elementi dentali. Si apre il file “*nome.lowresPre.gipl*.” su ITK-SNAP. Con il tasto *Snake* si seleziona la regione di interesse. Con *Segment 3D* si inizia la *segmentation*, che si sviluppa in tre fasi:

1. **Processing:** si definiscono i valori soglia per la densità;
2. **Snake Inizialization:** si dispongono le *bubbles* sulle regioni di interesse;
3. **Segmentation:** le *bubbles* vanno a riempire le regioni selezionati.

Finito il processo, si ottiene il modello tridimensionale. Nella prima fase della *segmentation*, in cui si selezionano i limiti minimo e massimo per la densità, bisogna trovare dei valori di compromesso: un valore minimo troppo basso comprenderebbe nel modello tridimensionale sia tessuto dentale che tessuto osseo, mentre un valore minimo molto alto escluderebbe tessuto osseo, ma farebbe perdere anche del tessuto dentale. Scegliendo un valore minimo di compromesso, sarà inevitabile la presenza di tessuto osseo nel modello 3D oppure difetti di tessuto dentale, quando si sceglie un valore troppo alto. Per migliorare quindi l'immagine, rimuovendo ciò che è in eccesso e ripristinando ciò che si è perso, si procede con la correzione manuale, che permette appunto di cancellare, o colorare le parti mancanti.

Impresa più impegnativa e dispendiosa in termini di tempo, la correzione di *segmentation* derivate da CBCT acquisite su pazienti con apparecchi ortodontici in bocca. Le strutture metalliche degli apparecchi alterano molto le cbct, rendendo molto difficile la costruzione del modello 3D.

Completata la correzione dell'immagine, si salva la *segmentation* come “nome.preSeg.gipl”. Ogni volta che si vorrà caricare la *segmentation* su ITK-SNAP, bisognerà prima caricare la *grey scale image*, ossia la CBCT da cui si è partiti per la costruzione del modello 3D, e solo allora si potrà caricare la *segmentation*.

Step 5. Ottenuta manualmente la traslazione della seconda cbct, viene costruita la sua segmentazione. La *segmentation* viene ottenuta su ITK-SNAP con la stessa procedura analizzata a “Step 4”. Il nuovo file che si ottiene è “nome.TransSeg.gipl”;

Step 6. Verifica: si controlla che sia stato eseguito tutto correttamente. Si aprono due finestre di ITK-SNAP su cui si caricano i seguenti file:

- “nome.lowresPre.gipl” e “nome.PreSeg.gipl”
- “nome.Trans.gipl”; e “nome.TransSeg.gipl”;

Affiancando le due finestre, e indicando un punto su T0, si dovrebbe avere l'esatta corrispondenza su T1, per esempio: puntando la spina nasale anteriore su T0, in T1 deve essere indicata la stessa struttura, nello stesso punto.

Step 7. Registrazione. T0 e T1 vengono allineate sulla base della scala dei grigi. Si usa **SlicerCMF4-1**, con le seguenti impostazioni:

1. *Add data into the scene* caricare il file “*T0lowres-pre.gipl*” e la sua segmentazione, file “*T0seg.gipl*”, il file “*T1 transform.gipl*” e “*T1 trans-seg*”

2. *Growing registration Select input files:*

- Baseline scan: “nome-pre.lowres.gipl”
- Baseline segmentation: “nome-pre.Seg.gipl”
- Follow up scan: “nome.Trans.gipl”
- Follow up segmentation: ”nome.TransSeg.gipl”
- “*Voxel rigid scale*” 7 DOF

3. *Output Registration Matrix* Registration_Matrix 1

4. *Apply Registration Matrix Input Seg to be Registered:* “nome.TranSeg.gipl”;
Output Registered Seg: “nome.SegReg.gipl”; *Output Registered Scan:*
“nome.Reg.gipl”;

5. *Apply SlicerCMF4-1* crea un nuovo file nominato “nome.Reg.gipl” e la sua segmentazione “nome.SegReg.gipl” in automatico.

Step 8. Verifica: si controlla che la registrazione sia andata a buon fine.

Su ITK-SNAP si carica “*nome.lowresPre.gipl*” e il nuovo file “*nome.SegReg.gipl*”.

Si va, quindi a sovrapporre la nuova segmentazione, ottenuta dall'allineamento di T1 su T0 in base alla scala di grigi, alla CBCT iniziale.

La *segmentation* di T1 registrata deve combaciare con la cbct di T0. In questa fase si può solo vedere la sovrapposizione della *segmentation* delle due CBCT

allineate, “nome.SegReg.gipl, sulla cbct ricavata da T0, ma non si ha ancora la sovrapposizione dei modelli tridimensionale di T0 e T1.

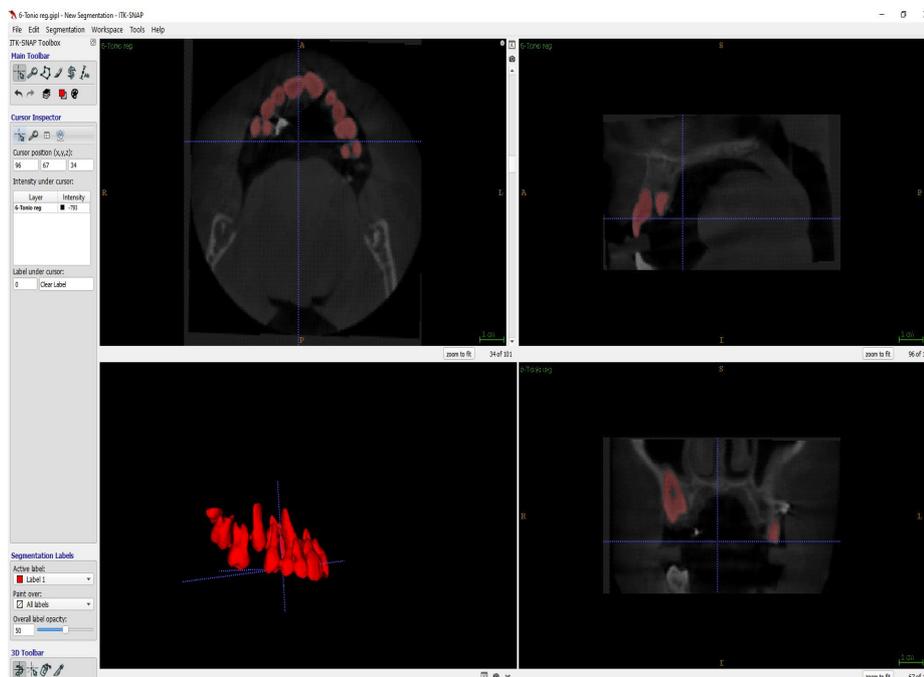
Step 9. Si separano gli elementi dentari di cui si vuole valutare posizione, movimento e misure dagli altri elementi dentali.

Su ITK-SNAP si apre il file a T0 “nome.preSeg.gipl” e si segmenta tutta l’arcata, o i singoli elementi da analizzare.

Si salvano le segmentation con l’estensione “stl” per esempio “Elemento12.stl”.

Lo stesso procedimento si fa aprendo il file sovrapposto a T1

“nome.SegReg.gipl”.



Step 10. Visualizzazione della sovrapposizione. Possibile attraverso il programma SlicerCMF4-1. Su slicer si aprono le *segmentation* appena create grazie allo step 9.

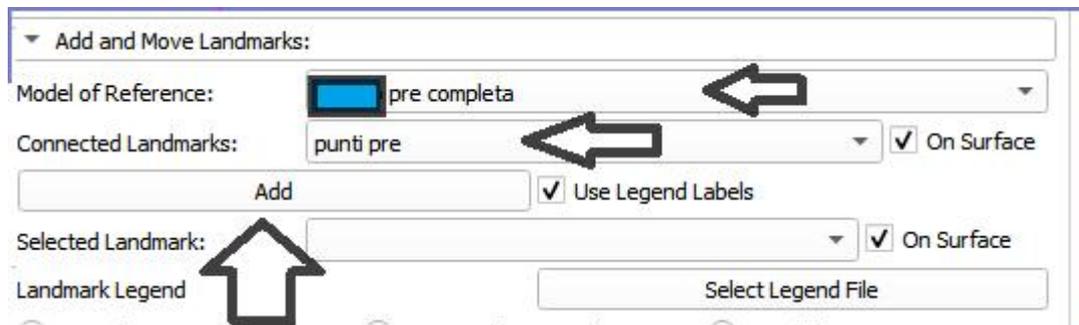
Grazie alla funzione Data si selezionano due colori diversi per il file a T0 e per quello a T1 per facilitare la visualizzazione.

Step 11. Misurazioni dello spostamento e delle dimensioni degli elementi dentali.

Grazie alla funzione Q3DC:

- Model of reference: “nome.preSeg”

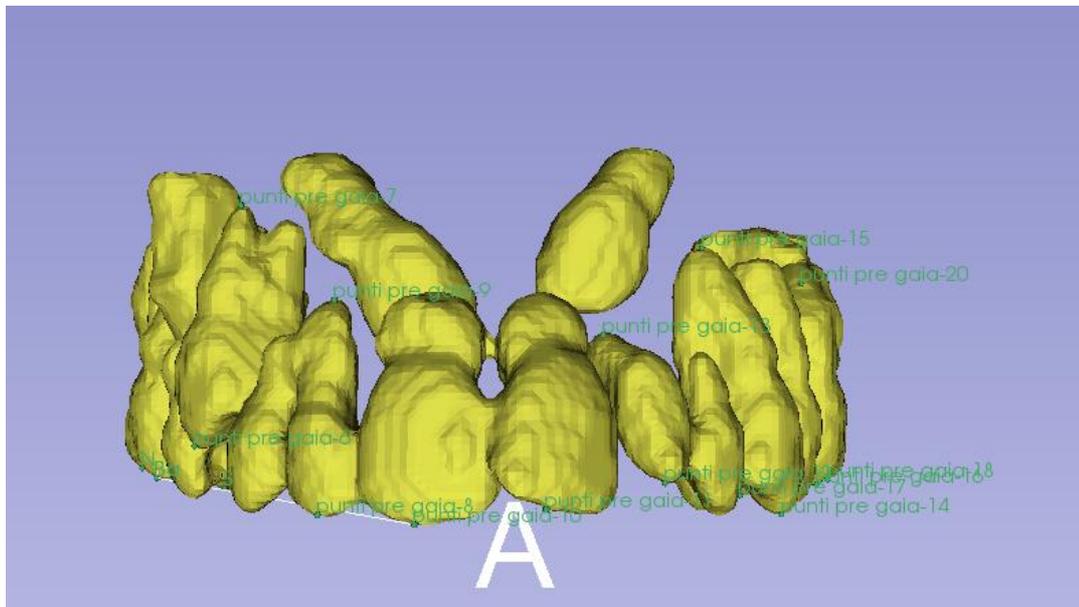
- Connected landmarks: create new MarkupsFiducial as... → salvare come punti pre

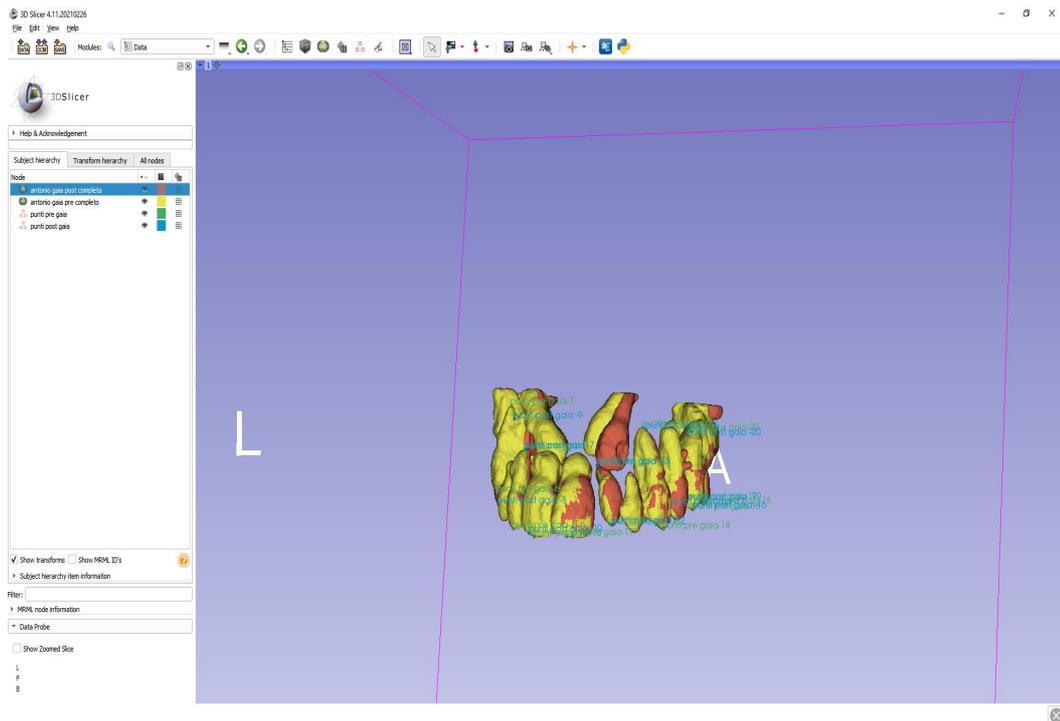


Con il tasto Add si aggiungono I punti di riferimento per le misurazioni: cuspidi dei primi molari, apici dei primi molari, apice del laterale, punto incisale del laterale, apice del primo premolare, cuspidi del primo premolare.

Si ripete la stessa operazione per la segmentation a T1:

- Model of reference: “nome.SegReg”
- Connected landmarks: create new MarkupsFiducial as... → salvare come punti post





Con la funzione Calculate distance between two landmarks calcolo la distanza tra un punto a T0 e lo stesso punto a T1, ad esempio la cuspidine Mesio-Vestibolare del primo molare:

- Landmark A: punto a T0 – reference: MarkupsPre
- Landmark B: punto a T1 – reference: MarkupsPost

Cliccando su Calculate il programma calcolerà la distanza assoluta tra i due punti immessi e la distanza scomposta nei 3 piani dello spazio.

▼ Calculate distance between two landmarks:

Landmark A: punti pre Ba

Landmark B: punti post PNS

Calculate

	R-L Component	A-P Component	S-I Component	3D Distance
1 Ba - PNS	2.226	0.0	-0.5	2.281

Per calcolare l'asse dentale clicchiamo su calculate angle between two lines:

Il piano di riferimento sarà costante tra i due modelli (post e pre) ed è corrispondente al piano oclusale (dal margine incisale dell'incisivo central alla cuspidine mesio-vestibolare del primo molare) quindi:

- nel **primo landmark** mettiamo il nostro primo punto 1 (margine incisale)

- nel **secondo landmark** mettiamo il nostro secondo punto (cuspide mesio-vestibolare del primo molare)

Questi due punti corrispondono alla prima linea (piano oclusale).

La seconda linea corrisponde all'asse dentale e sarà quindi differente per il dente a T0 e per il dente a T1:

- nel **terzo landmark**: un punto sulla cuspide mesio-vestibolare

- nel **quarto landmark**: un punto all'apice corrispondente

Per l'asse dentale a T0 i punti vanno presi sull'elemento della segmentation a T0, stesso procedimento per T1.

Mettere segno di spunta su **calculate pitch**, poi cliccare su **calculate**

▼ Calculate angle between two lines:

Line 1 Landmark A:	punti pre gaia	punti pre gaia-10
Line 1 Landmark B:	punti pre gaia	Ba
Line 2 Landmark A:	punti pre gaia	Ba
Line 2 Landmark B:	punti post gaia	punti post gaia -5

Calculate Pitch Calculate Roll Calculate Yaw

Calculate

	YAW	PITCH	ROLL
1 punti pre gaia-10-Ba / Ba-punti pre gaia-5	-	78.084 / 101.916	-
2 punti pre gaia-10-Ba / Ba-punti post gaia -5	-	79.193 / 100.807	-

3. Risultati

I risultati delle misurazioni sono riportate nella tabella 1.

Nessun fallimento delle miniviti è stato osservato. La durata media del trattamento per i canini inclusi è stato di circa 8 mesi.

Table 1

	Test	control	Test	Control	Test	Control
	T0		T1		T1-T0	
Tooth 12	20,35	20,47	19,93	20,27	-0,42	-0,2
Tooth 14	18,2	18,28	17,95	18,14	-0,25	-0,14
Tooth 22	17,56	21,11	16,90	20,88	-0,66	-0,23
Tooth 24	19,23	19,51	17,67	19,64	-1,56	0,13

L'età media dei pazienti è stata di 13,4 anni, includendo 5 maschi e femmine.

3. Discussione

Kokich et al avevano pubblicato nel 2007 una case series sui risultati del trattamento dei canini inclusi con una tecnica che prevedeva la spontanea eruzione, dopo l'opercolizzazione lasciando aperta la botola tessutale in corrispondenza dei canini. I risultati furono incoraggianti perché 16 pazienti così trattati non ebbero bisogno di un trattamento di trazionamento dei canini inclusi.

Ciononostante analizzando la lunghezza delle radici dei laterali trovarono un riassorbimento significativo delle radici dei laterali con una media di 2mm .

Oltre che al trattamento in miniviti (Tad) elimina la necessità di collaborazione del paziente al trattamento ortodontico, consentendo all'ortodontista di ridurre i tempi di terapia , Nel presente studio i risultati sono incoraggianti, infatti nessuno dei denti analizzati ha avuto un riassorbimento significativo. Si è osservato che i denti analizzati hanno cambiato spesso posizione, questo ha permesso il loro movimento assecondando la discesa del canino dalla volta palatina.

5. Conclusioni

Il presente studio riporta i seguenti dati:

Incisivi laterali e premolari presentano riassorbimenti minimi.

Questi elementi dentari assecondano il movimento dei canini inclusi non porta .

Questo tipo di approccio (Tad) non ha causato lesioni agli element dentari vicini al canino incluso .

Bibliografia

1. Luciano Fonzi, Riccardo Garberoglio, Carlo Zerosi “Anatomia microscopica del dente e del parodonto con correlazioni clinico-funzionali” (cap.1)
2. Neville “Oral and maxillofacial pathology” (chapter 2: Abnormalities of teeth: 49-106)
3. Wise GE, Frazier-Bowers S, D’Souza RN “Cellular, molecular, and genetic determinants of tooth eruption”. *Crit Rev Oral Biol Med* 2012; 13 (4): 323-34
4. Matteo Chiapasco “Manuale illustrato di chirurgia orale” cap.5 “Gli elementi dentari inclusi” pag.
5. Grover PS, Lorton L. The incidence of unerupted permanent teeth and related clinical cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;59:420-5.
6. Bishara SE. Impacted maxillary canines: a review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992;101:159-71.
7. Liu DG, Zhang WL, Zhang ZY, Wu YT, Ma XC. Localization of impacted maxillary canines and observation of adjacent incisor resorption with cone-beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105:91-8.
8. Peck S, Peck, Kataja, M. The palatally displaced canine as a dental anomaly of genetic origin. *Angle Orthod* 1994;64:249-56
9. Kramer RM, Williams AC. The incidence of impacted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1970;29:237-41
10. Montelius GA. Impacted teeth, a comparative study of Chinese and Caucasian dentitions. *J Dent Res* 1932;12:931-8
11. Oliver RG, Mannion JE, Robinson JM. Morphology of the lateral incisor in cases of unilateral impaction of maxillary canine. *Br J Orthod* 1989;19:9-16.
12. Becker A. Palatal canine displacement: guidance theory or an anomaly of genetic origin? *Angle Orthod* 1995;65:95-102
13. Jacoby M. The etiology of maxillary canine impaction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1983;84:125-32
14. Peck S, Peck, Kataja, M. The palatally displaced canine as a dental anomaly of genetic origin. *Angle Orthod* 1994;64:249-56
15. Baccetti T. A controlled study of associated dental anomalies. *Angle Orthod* 1998;68:267-74

16. Kazem Al-Nimri and Tareq Gharaibeh “Space conditions and dental and occlusal features in patients with palatally impacted maxillary canines: an aetiological study” *European Journal of Orthodontics* 27 (2005) 461–465)
17. Jacobs SG. Localization of the unerupted maxillary canine. *Aust Orthod J* 1986;9:311-6.
18. Kuftinec MM, Shapira Y. The impacted maxillary canine: II. Clinical approaches and solutions. *ASDC J Dent Child* 1995; 62:325-34
19. Goatz PW, White SC. *Radiologia odontoiatrica. Principi e interpretazione*. Padova: Piccin, 1986
20. Ericson S, Kurol J. Radiographic examination of ectopically erupting maxillary canines. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987;91:483-92.
21. Jacobs SG. Localization of the unerupted maxillary canine: additional observations. *Aust Orthod J* 1994;13:71-5
22. Maverna R, Gracco A. Different diagnostic tools for the localization of impacted maxillary canines: clinical considerations. *Prog Orthod* 2007;8(1):28-44
23. Martin Bourgeois, DDS, Dip. Oral Rad. M Ed; Paula Sikorski DDS, MSc, FRCDC(C), Dip ABOMR; Sarah Taylo Cone Beam Volumetric Tomography Oral Health Journal June 2007
24. Ericson S, Kurol J. Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. *Eur J Orthod* 1988;10:283-95.
25. Orton HS, Garvey MT, Pearson MH. Extrusion of the ectopic maxillary canine using a lower removable appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;107:349-59.
26. Chung How Kau, Philip Pan, Ron L. Gallerano, Jeryl D. English, “A novel 3D classification system for canine impactions – the KPG index” *Int J Med Robotics Comput Assist Surg* 2009; 5: 291–296
27. Alqerban A, Jacobs R, Lambrechts P, Loozen G, Willems G (2009) “Root resorption of the maxillary lateral incisor caused by impacted canine: a literature review”. *Clin Oral Invest* 13:247–255
28. Ericson S, Bjerklín K, Falahat B (2002) Does the canine dental follicle cause resorption of permanent incisor roots? A computed tomographic study of erupting maxillary canines. *Angle Orthod* 72:95–104

29. William R. Profitt, DDS, PhD, Biomechanics, Section4, Mechanics and contemporary orthodontic appliances, Contemporary orthodontics, fourth edition, pag. 329-336
30. Daskalogiannakis J. Glossary of orthodontic terms. Leipzig: Quintessence Publishing Co.; 2000.
31. Papadopoulos MA. Overview of the intramaxillary non-compliance appliances with absolute anchorage. In: Papadopoulos, editor. Orthodontic treatment for the Class II non-compliant patient: current principles and techniques. New York: Elsevier, Mosby; 2006. p. 341–4.
32. Nanda RS, Kierl MJ. Prediction of cooperation in orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102:15–21.
33. Feldmann I, Bondemark L. Anchorage capacity of osseointegrated and conventional anchorage systems: a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133. 339 e19–e28.
34. Samuels RH. A review of orthodontic facebow injuries and safety equipment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:269–72.
35. William R. Profitt, DDS, PhD Profit Biomechanics, Section4, Mechanics and contemporary orthodontic appliances, Contemporary orthodontics, fourth edition, pag.345
36. Favero L, Brollo B, Bressan E. Orthodontic anchorage with specific fixtures: Related study analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:84-94
37. Kyung H.M., Park H.S., Bae S.M., Sung J.H., Kim I.B.: Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J Clin Orthod.* 37(6); 2003: 321-29.
38. Bernhart T., Freudenthaler J., Dörtbudak O., Bantleon H.P., Watzek G.: Short epithetic implants for orthodontic anchorage in the paramedian region of the palate. A clinical study. *Clin Oral Impl Res.* 12, 2001; 624-631.
39. Chung K.R., Kim Y.S., Linton J.L., Lee Y.J.: The miniplate with tube for skeletal anchorage. *J Clin Orthod.* 36(7); 2002: 407-12.
40. Kyung S.H., Choi J.H., Park Y.C.: Miniscrew anchorage used to protract lower second molars into first molar extraction sites. *J Clin Orthod.* 37(10); 2003: 575-79
41. Costa A., Dalstra M., Melsen B.: Aarhus Anchorage System. *Ortogn It.* Vol 9, 4-2000: 487-96

42. Ohmae M., Saito S., Morohashi T., Seki K., Qu H., Kanomi R., Yamasaki K., Okano T., Yamada S., Shibasaki Y.: A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 19: 489-97
43. Cheng S.J., Yseng I.Y., Lee J.J., Kok S.H.: A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19:100-6.
44. Maino B.G., Bednar J., Pagin P., Mura P.: The Spider Screw for Skeletal Anchorage. *J Clin Orthod* 37(2); 2003: 90-97
45. Costa A., Dalstra M., Melsen B.: Aarhus Anchorage System. *Ortogn It*. Vol 9, 4-2000: 487-96.
46. Nikolaos Topouzelis and Phoebus Tsaousoglou Clinical factors correlated with the success rate of miniscrews in orthodontic treatment *International Journal of Oral Science* (2012) 4, 38–44
47. Kamlesh Singh, Deepak Kumar, Raj Kumar Jaiswal, and Amol Bansal Temporary anchorage devices – Mini-implants *Natl J Maxillofac Surg*. 2010 Jan-Jun; 1(1): 30–34.
48. Andras Kocsis¹, Laszlo Seres² Orthodontic screws to extrude impacted maxillary canines *J Orofac Orthop* 2011; 73:19-27
49. Melsen B, Verna C. Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system. *Semin Orthod* 2005; 11(1): 24–31
50. William R. Proffit, DDS, PhD, Henry W. Fields, Jr., DDS, MS, MSD, David M. Sarver, DMD, MS *Contemporary orthodontics*, fourth edition, section IV chapter 10 pag. 384
51. Theofanatos GD, Zavras AI, Turner IM. Periodontal considerations in the treatment of maxillary impacted cuspids. *J Clin Pediatr Dent* 1994; 18:245-52
52. Proffitt WR. *Contemporary Orthodontics*, St. Louis: CV Mosby, 1986, pp 408-11
53. Bishara SE. Impacted maxillary canines: A review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 101:159-71
54. Chiapasco M. *Manuale illustrato di chirurgia orale*. Elsevier, Masson
55. Crescini A, Clauser C, Giogetti R, Pini G. Tunnel traction of infraosseous impacted maxillary canines: a three year periodontal follow up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 105:61-72

56. Vincent G. Kokich, DDS, MSD Surgical and orthodontic management of impacted maxillary canines Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126:278-281
57. Jacoby H, The "ballista spring" system for impacted teeth. Am J Orthod. 1979 Feb; 75(2):143-51.
58. William R. Proffit, DDS, PhD, Biomechanics, Section 6 Chapter 14 The first stage of comprehensive treatment: alignment and leveling pag.565
59. Padhraig S. Fleming Pratik K. Sharma Andrew T. DiBiase How to...mechanically erupt a palatal canine Journal of Orthodontics, Vol. 37, 2010, 262-271