

Le lesioni da riassorbimento odontoclastico nel cane e nel gatto: revisione narrativa della letteratura



Le lesioni da riassorbimento odontoclastico rappresentano una delle patologie dentali più frequenti sia nel gatto che nel cane. Le forme più comuni sono quelle con sostituzione (idiopatiche) e quelle di tipo infiammatorio (di origine endodontica o parodontale). La diagnosi si basa sull'esame clinico e soprattutto sull'esame radiografico intraorale, che risulta indispensabile per l'individuazione precisa del tipo di riassorbimento e dell'estensione delle lesioni. Questi dati sono fondamentali per poter scegliere il corretto protocollo terapeutico (estrazione o trattamento endodontico) e tecnica chirurgica (estrazione a cielo aperto o chiuso, o amputazione coronale e ritenzione radicolare intenzionale) più adatti al singolo caso e al singolo dente. Le lesioni da riassorbimento causano spesso un certo grado di dolore, soprattutto nelle fasi più avanzate della malattia. Questa revisione della letteratura è stata intrapresa con il fine di fornire informazioni dettagliate per la diagnosi e il trattamento delle lesioni da riassorbimento nel cane e nel gatto.



Emma Bellei
Med Vet, PhD



Katty Casazza
Med Vet



Margherita Gracis*
Med Vet,
Dipl AVDC, EVDC

INTRODUZIONE

Il riassorbimento dentale è un processo che comporta la perdita di tessuto duro del dente (cemento e dentina) a opera degli odontoclasti, delle cellule di derivazione mesenchimale funzionalmente strettamente correlate agli osteoclasti che originano dal midollo osseo (Tab. 1).¹⁻⁴ Nella dentizione decidua è il processo fisiologico che causa l'esfoliazione del dente, probabilmente legato a processi compressivi da parte del dente definitivo e a morte cellulare geneticamente programmata.⁵ Trauma e compressione fisica, ischemia (come nel caso del movimento ortodontico), parodontite, endodontopatia e altri processi infiammatori, e processi neoplastici sono invece tra le più comuni cause del riassorbimento dentale patologico.⁶⁻⁸

Alcune forme di riassorbimento dentale non hanno una causa identificabile e vengono pertanto definite idiopatiche.⁹⁻¹²

Il riassorbimento dentale è una delle malattie dentali più comuni nel gatto, ed è frequentemente diagnosticato anche nel cane.¹³⁻¹⁶ Le lesioni sono spesso esito di un processo infiammatorio o di altri meccanismi patologici, e frequentemente portano alla perdita dell'elemento dentale.^{6,17-19} Inoltre, possono essere clinicamente dolorose, e vanno quindi diagnosticate e trattate in maniera appropriata e tempestiva.^{3,20} A differenza di quanto si riteneva in passato, le lesioni non sono confinate al colletto dentale.^{21,22} Si

Clinica Veterinaria San Siro, Milano;
Istituto Veterinario di Novara, Granozzo con Monticello (Novara)

*Corresponding Author (marghegracis@mac.com)

Ricevuto: 29/07/2018 - Accettato: 22/09/2018

Tabella 1 - Lesioni del tessuto duro dentale^{2,7,105}

| Lesione del tessuto duro dentale | Definizione |
|----------------------------------|--|
| Riassorbimento | Perdita del tessuto duro dentale ad opera degli odontoclasti |
| Attrito | Perdita di tessuto duro dentale causata dal contatto fra dente e dente |
| Abrasione | Perdita di tessuto duro dentale causata dalla frizione del dente con un oggetto esterno |
| Erosione | Perdita di tessuto duro dentale conseguente a un processo fisico ad opera di liquidi (o altri agenti) |
| Corrosione | Perdita di tessuto duro dentale conseguente a un processo chimico (uso di acidi) o elettrochimico |
| Carie | Perdita di tessuto duro dentale secondaria a demineralizzazione della componente inorganica e distruzione della componente organica conseguente alla fermentazione di zuccheri da parte di specifici batteri |

rende pertanto indispensabile l'ausilio della radiologia intraorale per una diagnosi precisa, seppure alcuni segni clinici possano farne sospettare la presenza.²³⁻²⁵

Questa revisione della letteratura è stata intrapresa con il fine di fornire informazioni dettagliate per la diagnosi e il trattamento delle lesioni da riassorbimento nel cane e nel gatto.

CLASSIFICAZIONE

Anche se l'aspetto istologico è quello che meglio caratterizza le lesioni da riassorbimento (LR), queste possono essere classificate in base alla localizzazione, all'eziologia, all'estensione, all'aspetto clinico e soprattutto a quello radiografico.²⁶ È stato dimostrato che, a parte rare eccezioni (casi indicati come non classificabili), la classificazione maggiormente utilizzata in odontoiatria umana può essere applicata anche nel cane.^{26,27} Questa prevede una distinzione in LR esterne (riassorbimento esterno superficiale, riassorbimento esterno con sostituzione, riassorbimento esterno infiammatorio e riassorbimento esterno superficiale cervicale) e interne (riassorbimento interno superficiale, riassorbimento interno infiammatorio, e riassorbimento interno con sostituzione).^{3,26-28}

Il riassorbimento dentale è fisiologico quando avviene durante il processo di esfoliazione dei denti decidui, mentre è patologico quando colpisce i denti permanenti.

La classificazione maggiormente utilizzata nella letteratura veterinaria è quella proposta dall'American College of Veterinary Dentistry (AVDC) per le lesioni da riassorbimento del gatto, che prevede una differenziazione in riassorbimento di tipo 1 e tipo 2 in base all'aspetto radiografico, e un'ulteriore differenziazione in 5 stadi in

base all'estensione delle lesioni (Fig. 1).²⁹⁻³¹ Queste lesioni sono ambedue esterne, e corrispondono rispettivamente al riassorbimento infiammatorio e al riassorbimento con sostituzione del cane. I denti con lesioni concomitanti di tipo 1 e 2 vengono poi indicati come affetti da lesioni di tipo 3.³¹ L'applicabilità di questa classificazione è stata però messa in dubbio nel cane, in particolare per le forme infiammatorie.³²

Lesioni da riassorbimento esterno

Nelle lesioni da riassorbimento esterno il processo ha inizio dalla superficie dentale esterna (cemento), con progressione in profondità.^{17,19,33} Nell'uomo hanno prevalenza intorno al 29%, spesso sono causate dal movimento ortodontico prodotto con apparecchi fissi, e interessano principalmente pazienti di sesso maschile e di età più avanzata.^{7,34}

Il riassorbimento esterno superficiale è considerato un processo autolimitante, non progressivo, possibilmente conseguente a lieve trauma.^{8,26} Tuttavia, viene anche considerata una forma iniziale di riassorbimento con sostituzione, ed è infatti spesso diagnosticata in soggetti che presentano ambedue le tipologie di lesione.²⁷ Può essere radiograficamente non evidenziabile, o visibile sotto forma di difetti poco profondi della superficie radiolare, che coinvolgono quindi il cemento e la porzione più esterna della dentina (Fig. 2). Lo spazio parodontale e la lamina dura rimangono evidenti (Fig. 2).^{8,26} Clinicamente è una forma asintomatica.¹⁹

Il riassorbimento esterno di tipo infiammatorio è una lesione associata tipicamente a parodontite (a partenza dalla porzione coronale della radice) o endodontopatia (a livello apicale), ed è sempre associata a riassorbimento osseo (Fig. 3).^{18,35} Il processo infiammatorio stimola l'attivazione degli osteoclasti e odontoclasti, e quindi il riassorbimento di osso e dente, tramite mediatori di origine endogena e batterica.^{3,36-39} Questo nel cane è anche

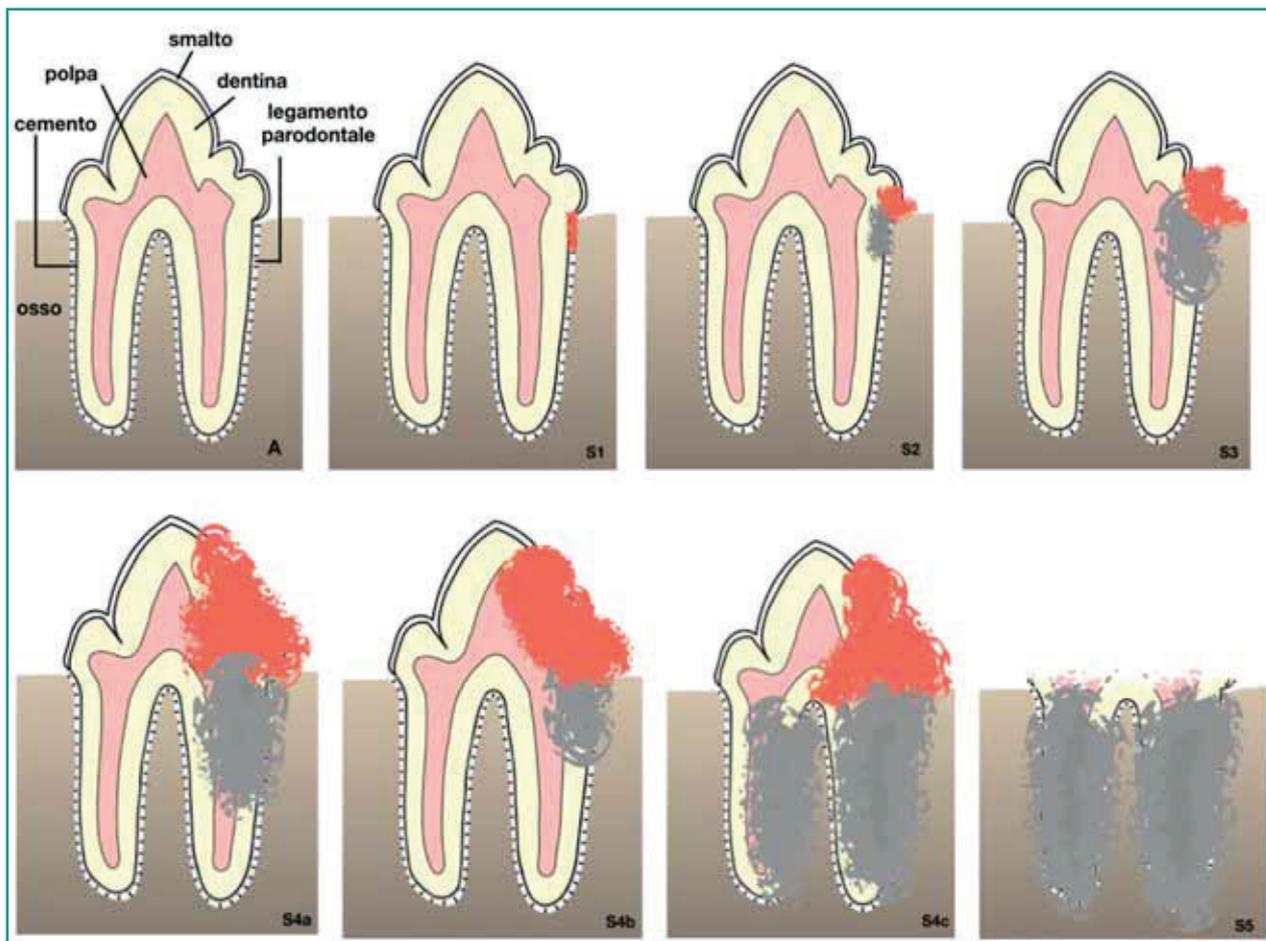


Figura 1 - Stadi radiografici di riassorbimento dentale secondo la classificazione dell'AVDC.³¹ A: schema anatomico di un dente biradicolato. S1: stadio 1, lieve perdita della componente dura del dente (cemento, o cemento e smalto). S2: stadio 2, moderata perdita della componente dura del dente con coinvolgimento della dentina, ma non della cavità pulpare. S3: stadio 3, coinvolgimento della cavità pulpare. S4a: stadio 4a, estesa perdita di integrità sia della corona che della radice. S4b: stadio 4b, maggiore perdita di integrità della corona rispetto alla radice. S4c: stadio 4c, maggiore perdita di integrità della radice rispetto alla corona. S5: stadio 5, frammenti dentali sono visibili solo come radiopacità irregolari (radici fantasma).

La diagnosi delle lesioni da riassorbimento è aumentata negli ultimi anni anche grazie ad un maggiore impiego della radiologia intraorale.

il tipo di riassorbimento più frequentemente associato alla presenza di lesioni neoplastiche.³⁷ Corrisponde alle lesioni di tipo 1 della classificazione AVDC.³¹

Il riassorbimento esterno con sostituzione è una forma prevalentemente idiopatica, caratterizzata da anchilosi dentoalveolare e dalla progressiva sostituzione della struttura dentale da parte dell'osso, fino al completo riassorbimento del dente.^{9,27} Corrisponde alle lesioni di tipo 2 della classificazione AVDC, ed è la forma di riassorbimento più comunemente riscontrata sia nel cane che nel gatto.^{3,13,27,31} Tra le cause note si elencano trauma e dislocazione dentale, in cui le fibre del legamento parodontale necrotizzano per un processo compressivo e/o

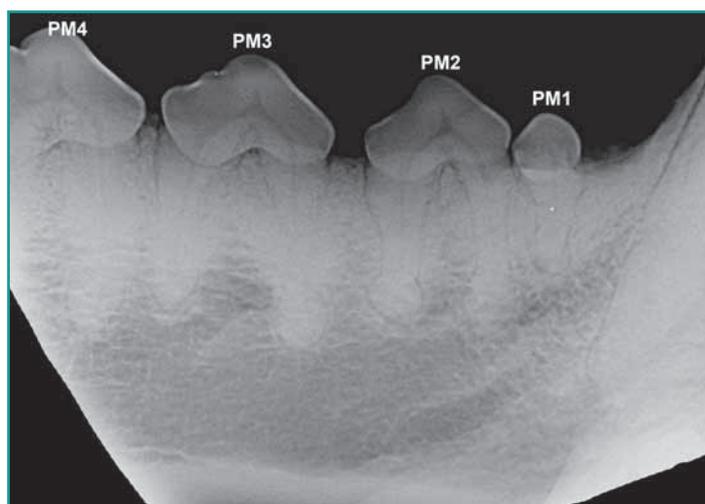


Figura 2 - Radiografia intraorale dei premolari mandibolari di destra in un cane Rottweiler, femmina sterilizzata, di 9 anni di età. Il primo (PM1) e il secondo (PM2) premolare sono affetti da riassorbimento esterno superficiale, mentre il terzo (PM3) e il quarto (PM4) premolare sono affetti da riassorbimento esterno con sostituzione, caratterizzato dall'assenza dello spazio parodontale e anchilosi dentoalveolare di ampie porzioni delle radici.



Figura 3 - Radiografia intraorale mandibolare rostrale in un cane meticcio, femmina sterilizzata, di 15 anni di età. Il canino mandibolare di destra (404) è affetto da endodontopatia e grave riassorbimento esterno infiammatorio. Lo spazio endodontico è maggiore rispetto al canino controlaterale, a causa della mancata produzione di dentina. Il secondo incisivo di sinistra (asterisco) presenta una frattura corono-radicolare complicata. La superficie radicolare appare irregolare e riassorbita.

infiammatorio/infettivo, permettendo l'attacco della superficie dentale da parte degli odontoclasti.^{35,40} Tuttavia, non tutte le lesioni di questo tipo sembrano essere indotte da un processo traumatico o infiammatorio, e molte rimangono appunto a causa ignota.^{22,41}

Le lesioni da riassorbimento esterno superficiale cervicale sono localizzate a livello del colletto dentale e hanno natura invasiva.^{9,27,42} A volte sono clinicamente evidenziabili come aree della corona di colore rosato, corrispondenti al tessuto pulpare/di granulazione che si rende visibile attraverso lo smalto in seguito al riassorbimento della dentina sottostante.^{9,17,19} Non si conoscono le cause, ma il trauma viene indicato come un potenziale fattore predisponente.^{9,17}

Lesioni da riassorbimento interno

Le lesioni da riassorbimento interno, molto meno frequenti rispetto a quelle esterne, sono invece il risultato del progressivo riassorbimento della dentina a partenza dalla superficie interna (in prossimità della polpa).²⁷ L'eziologia rimane dubbia, ma sembra che sia legata ad infiammazione pulpare secondaria a processi traumatici o di altra natura, e allo sviluppo di tessuto granulazione.⁴³

Il riassorbimento interno superficiale, come quello esterno, sembra essere un processo autolimitante forse causato da traumi di lieve entità. Radiograficamente appare come una lesione radiotrasparente ovale, per lo più nel terzo apicale del dente.²⁷

Il riassorbimento interno infiammatorio invece si presenta con una lesione radiotrasparente nel terzo cervicale della radice.²⁷ Istologicamente si evidenziano cellule multinucleate (osteoclasti) adiacenti a tessuto di granu-

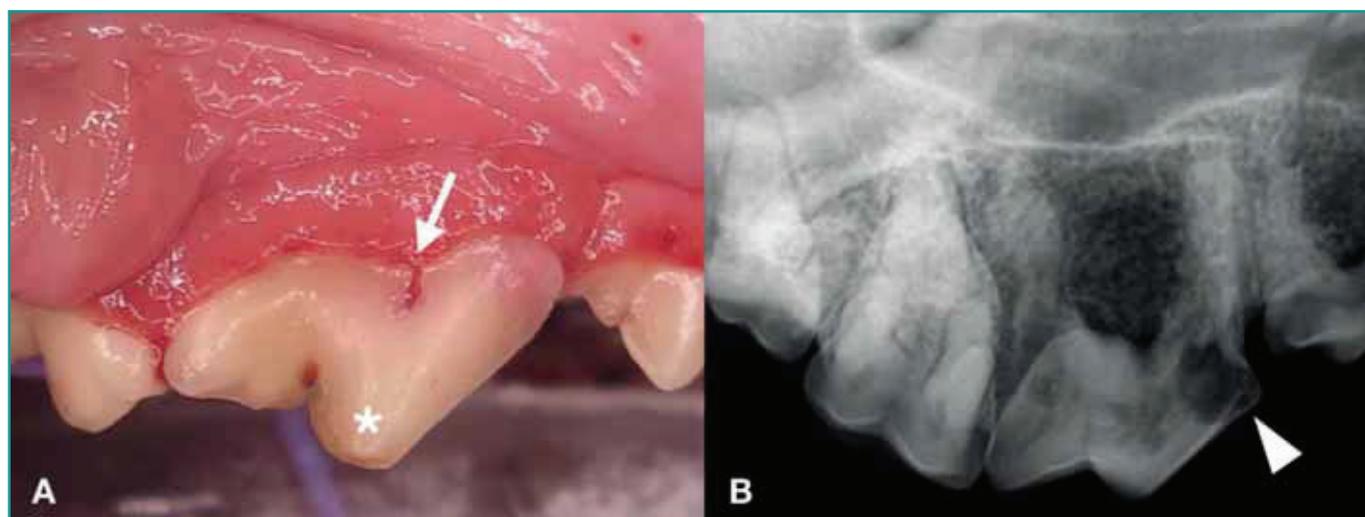


Figura 4 - Aspetto clinico (A) e radiografico (B) del quarto premolare mascellare di destra in un cane Setter inglese, femmina sterilizzata, di 11 anni di età affetta da lieve abrasione dentale (asterisco) e riassorbimento interno di probabile origine infiammatoria. La corona appare discromica, e c'è un difetto focale dello smalto (freccia intera). Radiograficamente si evidenzia un aumento della radiotrasparenza del dente, con un'ampia lesione circolare coronale (testa di freccia) e irregolarità della superficie di tutte le radici.

lazione pulpale la cui origine rimane comunque non chiara.⁴⁰ Parte della polpa rimane vitale. Nell'uomo sono spesso lesioni asintomatiche.⁴⁰ Come nel caso delle lesioni da riassorbimento esterno superficiale cervicale, il dente può apparire clinicamente rosa (Fig. 4).⁴⁰

Nel riassorbimento interno con sostituzione, infine, i difetti della dentina sono prossimi ad aree di concomitante deposizione in sede pulpale di tessuto istologicamente simile a osso o cemento.²⁶ Queste lesioni si possono sviluppare solo se almeno una porzione di polpa rimane vitale.⁸ Non è stato descritto né nel cane né nel gatto.

EPIDEMIOLOGIA ED EZIOPATOGENESI

Nel gatto le lesioni da riassorbimento sono state descritte fin dai primi decenni del 1900, ma sono state successivamente rilevate addirittura in denti di teschi del 1300.^{44,45} La prevalenza sembra essere aumentata a partire dagli anni '60, inducendo ad ipotizzare che queste lesioni possano essere legate ad un processo di addomesticazione (per es. alimentazione commerciale, protocolli vaccinali o di castrazione).^{3,44,46} Anche i grandi felini selvatici possono sviluppare LR, con una prevalenza in uno studio di animali provenienti dalla Namibia intorno al 16%.⁴⁷⁻⁴⁹ La prevalenza nel gatto domestico invece è molto superiore con dati che, a seconda della metodologia diagnostica (con o senza esame radiografico intraorale) e della popolazione studiata (gatti con problemi orali o popolazione generale), arrivano fino al 75%.^{13-15,21,29,41,50-58} Quindi ben sette gatti su 10 soggetti con problemi orali, e tre gatti su 10 nella popolazione felina generale potrebbero presentare LR.^{13,54,56} È da sottolineare che l'accuratezza diagnostica e quindi la reale prevalenza sono aumentate in maniera significativa con l'utilizzo routinario dell'esame radiografico intraorale negli studi più recenti.

Ambedue le lesioni da riassorbimento esterno con sostituzione e di tipo infiammatorio sono frequenti nel gatto, con percentuali delle prime rispetto alle seconde che variano da circa il 50% a circa il 90%.^{29,55,58} Le lesioni interne sono invece estremamente rare.⁵² Il processo di riassorbimento esterno può iniziare in un qualsiasi punto della radice dentale.^{22,59} Tuttavia, le lesioni si sviluppano più frequentemente a livello apicale nei canini (per lo più lesioni con sostituzione) e a livello del terzo coronale nei premolari e molari (spesso lesioni di tipo infiammatorio).^{21,58} I denti maggiormente colpiti nella specie felina sono il terzo premolare e il primo molare mandibolare, il secondo premolare mascellare, e i canini.^{54,59} La localizzazione labiale/buccale è più frequente di quella palatale/linguale e spesso le lesioni sono bilaterali e simmetriche.^{13,21,59}

L'eziologia delle lesioni da riassorbimento non è completamente nota. Tuttavia, questo è vero in particolare

per le lesioni con sostituzione, visto che per quelle di natura infiammatoria l'eziopatogenesi sembra più chiara.^{29,37,58,60} È auspicabile che nel futuro gli studi chiariscano con maggiore precisione le lesioni studiate nelle singole popolazioni. Tra le possibili cause e i fattori che potessero avere un'influenza sullo sviluppo delle lesioni valutati ed esclusi negli studi in letteratura si elencano fattori dietetici (tipo di dieta, consistenza, contenuto), fattori metabolici, fattori ormonali (sesso), trauma e stress meccanici, difetti di sviluppo del dente (vasodentina, osteodentina), composizione elementare del dente (calcio, fosforo, fluoro, sodio, magnesio, zolfo, potassio e ferro), malattie batteriche e virali, stato vaccinale e accesso all'esterno.^{14,16,56,58, 60-65}

La prevalenza delle lesioni aumenta con l'età, tenendo però conto che sono diagnosticabili in tutti i gruppi di età.^{13,14,20,46,54-56,58,59} Alcuni studi negano che la razza sia un fattore importante, mentre altri segnalano che i gatti di razza pura (per es. Abissino, Siamese) sono più frequentemente rappresentati, fino a raggiungere una prevalenza del 70% in uno studio condotto in una colonia di 109 gatti.^{13,14,46,55,63}

Nel gatto, le attuali teorie eziopatogenetiche coinvolgono la via metabolica della vitamina D possibilmente associata ad infiammazione locale.

Il legamento parodontale, il precemento e lo strato di cementoblasti (e sul lato interno la predentina e gli odontoblasti) rappresentano una barriera di protezione nei confronti dell'attività odontoclastica. È quindi necessario che questo strato protettivo venga perso perché gli odontoclasti possano attaccare il tessuto mineralizzato e iniziare il processo di riassorbimento.¹⁹ Microtraumi al legamento parodontale connessi con un'alimentazione di tipo secco, e il cosiddetto drift dentale (lo spostamento all'interno dell'osso alveolare che avviene nel tempo, e che potrebbe causare compressione e degenerazione/necrosi del legamento parodontale e dei cementoblasti in alcune aree della radice) sono stati ipotizzati fra i fattori che potrebbero potenzialmente contribuire all'alterazione dello strato protettivo del dente.^{66,67} Inoltre, studi di microscopia elettronica hanno evidenziato che nel 68% dei gatti la dentina a livello del colletto dentale non è ricoperta né da smalto né da cemento, che la mineralizzazione della dentina e dello smalto in questa sede è inferiore rispetto ad altre aree del dente, e che smalto e cemento in prossimità di quest'area sono molto sottili.⁶⁸ Tutto ciò potrebbe rendere il colletto dentale maggiormente a rischio di riassorbimento da parte degli odontoclasti, in particolare per le lesioni di tipo infiammatorio di origine parodontale.⁶⁹ Studi istologici di lesioni iniziali con anchilosi dentoalveolare hanno invece evidenziato

che spesso queste si sviluppano in aree più apicali delle radici.²²

Secondo ipotesi eziologiche molto recenti l'ipervitaminosi D, derivante dall'assunzione di alimenti con quantità di vitamina D in eccesso, potrebbe essere un fattore importante nello sviluppo delle lesioni nel gatto. Infatti, studi sperimentali hanno evidenziato che l'ipervitaminosi D e un eccesso di metaboliti della vitamina D portano ad alterazioni fisiche simili a quelle riscontrate nelle LR (per es. degenerazione del legamento parodontale, assottigliamento dello spazio parodontale, anchilosi dentoalveolare e riassorbimento radicolare).²⁵ È inoltre stato dimostrato che i gatti con LR hanno una maggiore concentrazione sierica di 25-diidrossicalciferolo (25-OH₂D), un metabolita attivo della vitamina D che rappresenta un importante regolatore dell'attività osteoclastica (e odontoclastica), rispetto a gatti esenti, e che la concentrazione di 25-OH₂D cresce in misura direttamente proporzionale alla quantità di vitamina D assunta con la dieta.^{25,46}

Studi successivi hanno in parte confutato questa teoria e in parte evidenziato che probabilmente insieme alla via metabolica della vitamina D anche l'infiammazione gioca un ruolo nell'eziopatogenesi di queste lesioni, con un coinvolgimento da parte dei fibroblasti che potrebbero anch'essi modulare indirettamente l'attività odontoclastica.⁷⁰⁻⁷⁴ I cambiamenti di pH e l'acidosi locale tipica dei processi infiammatori sono stati anche indicati come fattori importanti nella differenziazione degli osteoclasti (odontoclasti) e della loro attivazione funzionale.⁷⁵ Nella gengiva aderente di gatti con riassorbimento dentale, parodontite e stomatite è stata descritta la presenza di un maggior numero di mastociti rispetto a soggetti sani.⁷⁶

Sulla base del fatto che nei soggetti con LR il grado di infiammazione fosse nettamente inferiore rispetto ai gatti affetti da parodontite e stomatite, è stato quindi ipotizzato un ruolo dei mastociti nello sviluppo del riassorbimento dentale, che rimane comunque da chiarire.⁷⁶

Le lesioni da riassorbimento sono frequenti nel cane quasi quanto nel gatto.

Le pubblicazioni relative alle lesioni da riassorbimento nel cane sono relativamente scarse, ed in passato la malattia era in effetti considerata prevalentemente ad appannaggio della specie felina.^{27,32,37,77-85} Tuttavia, la prevalenza del riassorbimento dentale individuata in un recente studio retrospettivo condotto su 224 cani (pazienti odontoiatrici) maggiori di un anno di età è stata riportata essere molto elevata, interessando il 53,6% dei soggetti studiati e l'11,1% dei denti.²⁷ Cani di grossa taglia e di età avanzata, senza una predilezione di sesso, sono risultati maggiormente colpiti.²⁷ Le lesioni esterne con sostituzione (34,4% dei soggetti) e di tipo infiammatorio (25,9%) erano quelle di più frequente riscontro, ma sono stati rilevati altri tipi di riassorbimento (Tab. 2).²⁷ Risultati simili sono stati descritti in uno studio in cui venivano confrontati l'uso della radiologia intraorale e della tomografia computerizzata cone-beam nella diagnosi di patologia dentale in un gruppo di 19 cani brachicefalici.⁸⁵

Inoltre, è stato riportato che nel cane il riassorbimento dentale (in particolare di tipo infiammatorio) in sede tumorale è molto frequente, con un'associazione maggiore con i tumori non odontogeni (53%) rispetto ai tumori odontogeni (34%).³⁷ Lo stesso studio evidenzia che i denti di cani affetti da neoplasia sviluppano anche lesioni da riassorbimento (in particolare di tipo esterno superficiale e infiammatorio) in siti distanti dalla lesione primaria, con una prevalenza di 83 volte maggiore rispetto ai cani sani (senza neoplasia).³⁷

Questo dipenderebbe dall'aumentata concentrazione di citochine proinfiammatorie sia a livello sistemico che salivare, con conseguente attivazione degli odontoclasti e riassorbimento dentale.^{37,86,87}

Nel cane i denti maggiormente interessati da riassorbimento sono il canino mascellare, il primo premolare e il quarto premolare mascellare, il secondo, terzo, quarto premolare mandibolare.²⁷ Sia nel cane che nel gatto è possibile la presenza di lesioni multiple, anche di tipo diverso, sullo stesso dente o su denti differenti.^{21,27,30,54,59}

Tabella 2 - Prevalenza delle lesioni da riassorbimento odontoclastico in 224 cani maggiori di un anno di età e visitati per problemi orali/dentali²⁷

| | Riassorbimento interno | | Riassorbimento esterno | |
|------------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------|
| | Canini (%) | Denti (%) | Canini (%) | Denti (%) |
| Superficiale | 1 (0,4%) | 1 (<0,1%) | 10 (4,5%) | 17 (0,2%) |
| Infiammatorio | 9 (4%) | 12 (0,1%) | 58 (25,9%) | 121 (1,4%) |
| Con sostituzione | 0 (0%) | 0 (0%) | 77 (34,4%) | 736 (8,7%) |
| Superficiale cervicale | | | 13 (5,8%) | 21 (0,3%) |

ASPETTO ISTOLOGICO

La valutazione istologica di denti affetti da riassorbimento dentale patologico ha evidenziato che la morfologia delle lesioni è simile a quella dei denti decidui durante la fisiologica esfoliazione: difetti dentali, sotto forma di lacune, espongono tubuli dentinali e prismi dello smalto, e sono il risultato dell'attività odontoclastica.^{60,69,88}

Come nel riassorbimento dei denti decidui, nel riassorbimento dentale patologico (con sostituzione) si distinguono due fasi: una fase di riassorbimento e una di riparazione, che possono essere contemporaneamente presenti sulla superficie dentale.^{3,20,22,60} La prima fase è caratterizzata dalla presenza di lacune irregolari prodotte dall'attività degli odontoclasti. All'interno di queste lacune si trova un tessuto di granulazione ricco di fibroblasti, fibrociti e vasi sanguigni.^{39,89} La fase riparativa è caratterizzata dalla presenza di tessuto analogo a tessuto osseo o cemento, sulla cui superficie si possono evidenziare odontoblasti e/o cementoblasti.^{39,60,90} Nelle lesioni avanzate con invasione pulpale è evidente degenerazione degli odontoblasti ma assenza di pulpite o lesioni periapicali.^{3,53,60,90} Il processo di riassorbimento con sostituzione è progressivo e porta alla completa perdita della struttura dentale.^{30,41,82,91}

Nel caso di lesioni a carico di denti parodontopatici, gli odontoclasti vengono rilevati prevalentemente a livello della dentina peritubulare e non a livello della superficie dell'area di riassorbimento.⁹²

A supporto del fatto che l'infiammazione non sia un fattore eziologico in tutti i casi, uno studio istologico eseguito in gatti affetti da LR ha evidenziato la presenza di riassorbimento esterno e anchilosi dentoalveolare (ma

non infiammazione gengivale o parodontale) in 26 di 43 denti clinicamente e radiograficamente sani.²² Un secondo studio istologico su 22 denti clinicamente sani ha evidenziato segni di LR in 10 di questi denti (evidenti radiograficamente in soli 4 casi).⁶⁷

DIAGNOSI

La diagnosi delle LR si basa, come per tutte le malattie dentali, sull'esame clinico e soprattutto sull'esame radiografico intraorale.

Segni e sintomi clinici

La sintomatologia varia in base al tipo di riassorbimento, alla localizzazione e all'estensione della lesione. In particolare, il riassorbimento esterno superficiale e quello con sostituzione sono spesso asintomatici se le lesioni sono localizzate al di sotto del margine alveolare.^{30,78,93} Sia nel cane che nel gatto queste lesioni rappresentano dei reperti occasionali in corso di esame radiografico intraorale routinario (Fig. 5).^{30,78}

Tuttavia, quando le lesioni sono coronali, al margine alveolare si sviluppano delle alterazioni gengivali (infiammazione, tessuto di granulazione) ed esposizione dentinale o pulpale, che sono evidenti clinicamente e che comportano un certo grado di dolore (Fig. 6).^{24,25,30,78,81,83} L'esame con una sonda appuntita permette di diagnosticare

Le lesioni con sostituzione sono progressive e nel tempo portano a completo riassorbimento radicolare e frattura coronale.

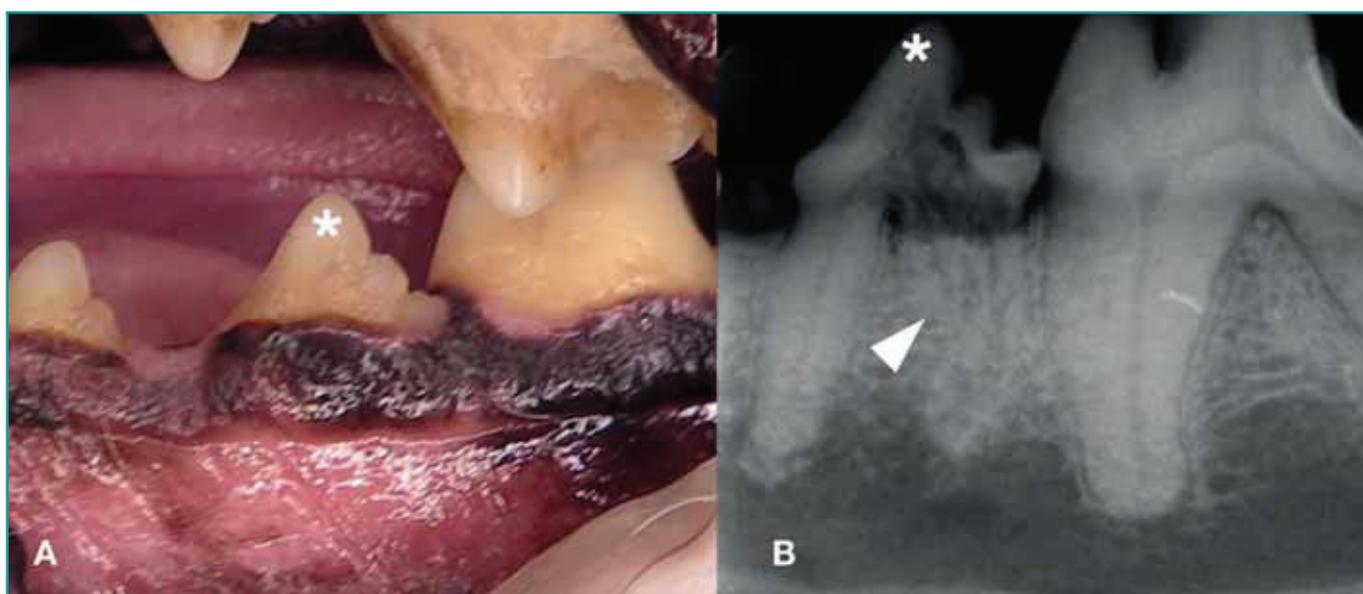


Figura 5 - Aspetto clinico (A) e radiografico (B) del quarto premolare mandibolare di sinistra (asterisco) in un cane, meticcio, femmina sterilizzata di 14 anni di età. Radiograficamente si evidenzia una lesione da riassorbimento con sostituzione di stadio 4C della radice distale (freccia). La lesione si estende al di sopra del margine alveolare, a livello coronale, ma non è clinicamente evidenziabile.

le irregolarità della superficie dentale, che nelle fasi avanzate diventano ampie cavità.^{30,94} Il tessuto gengivale in corrispondenza del difetto dentale risulta infiammato, e sanguina spontaneamente o al sondaggio (Fig. 6),^{3,25} anche se nelle forme croniche (in particolare nel cane) il tessuto può subire una maturazione e l'infiammazione ridursi o risolversi.³⁰ A volte la corona dentale appare di colore ro-

sato, per la presenza di tessuto di granulazione al di sotto dello smalto (che è resistente al riassorbimento odontoclastico e viene perso solo secondariamente in mancanza del supporto dentinale) (Fig. 4).^{3,30,93} Il processo di riassorbimento progressivo può portare poi alla frattura coronale (Fig. 7)^{15,18,30}. La persistenza di frammenti di smalto comporta anche una gengivite persistente e lo sviluppo

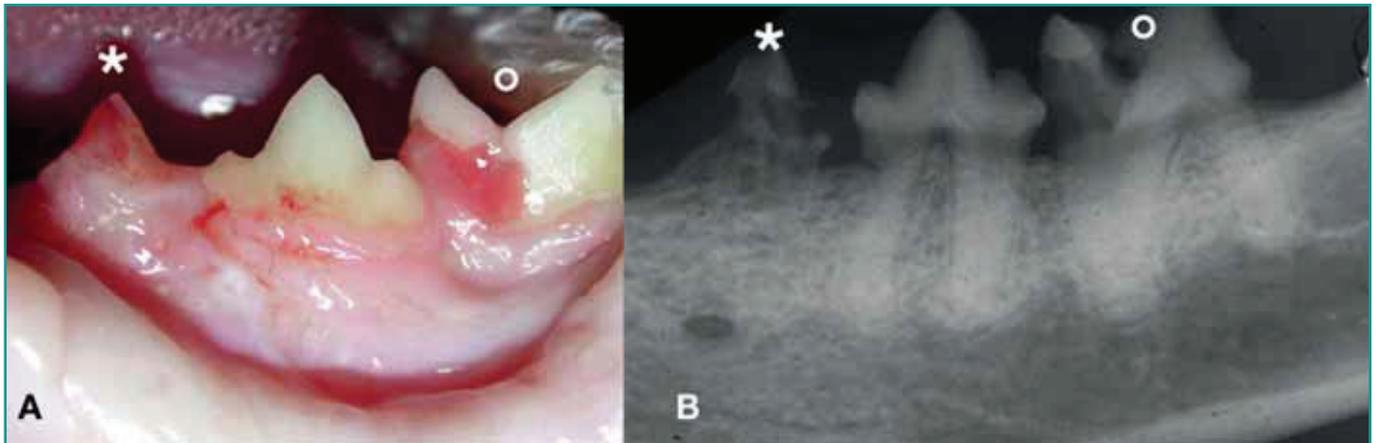


Figura 6 - Aspetto clinico (A) e radiografico (B) della mandibola di sinistra in un gatto comune europeo, maschio castrato, di 11 anni di età. Clinicamente la gengiva del terzo premolare (asterisco) e del primo molare (pallino) appare aumentata di volume, infiammata e ricopre completamente o parzialmente la corona. La lesione con sostituzione del terzo premolare radiograficamente è molto estesa e solo piccole porzioni della corona sono ancora presenti (radici fantasma). È poi evidente una lesione superficiale a carico della radice mesiale del quarto premolare, mentre il primo molare presenta sia una lesione con sostituzione (radice distale) che una lesione di tipo infiammatorio (radice mesiale).

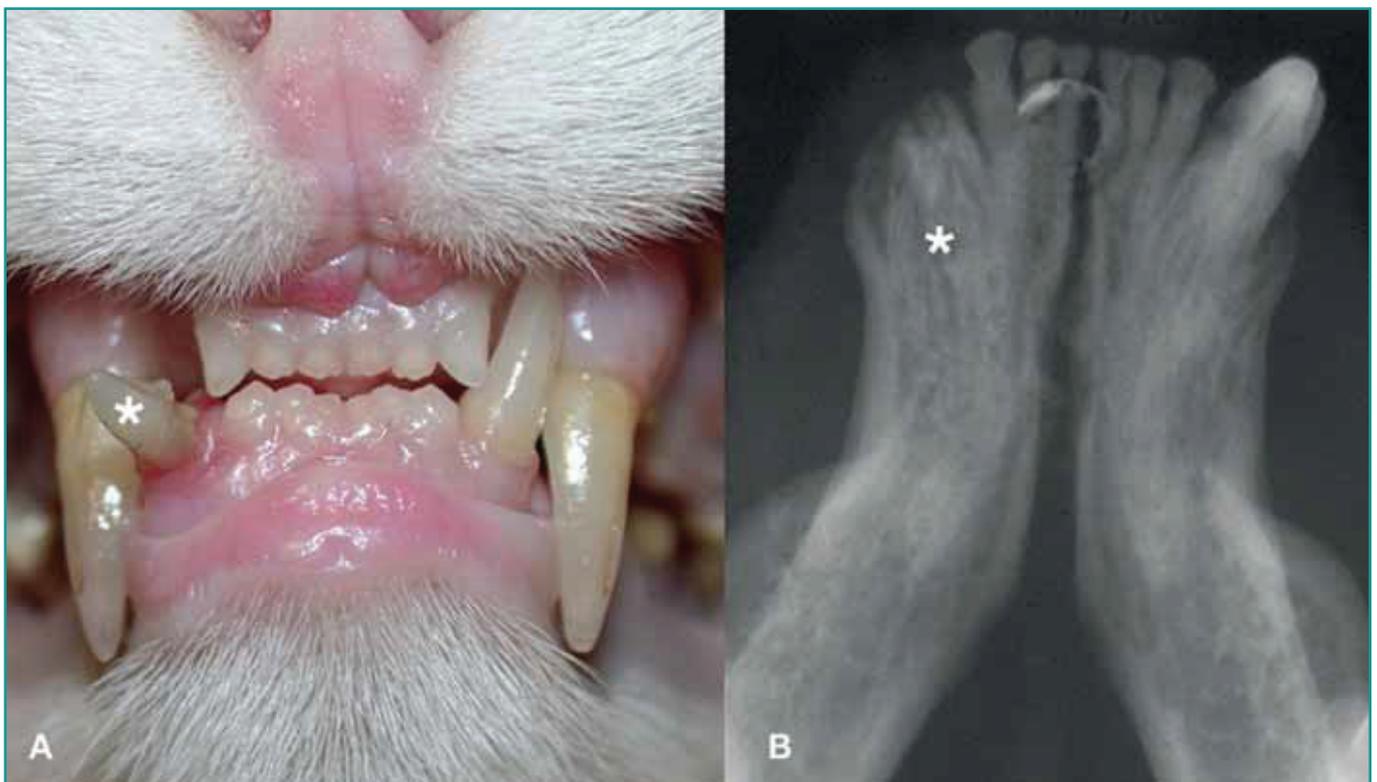


Figura 7 - Aspetto clinico (A) e radiografico (B) della mandibola rostrale in un gatto comune europeo, maschio castrato, di 10 anni di età. Ambedue i canini mandibolari sono affetti da estese lesioni da riassorbimento con sostituzione (radici fantasma). Clinicamente il canino di sinistra sembra esente da patologia, mentre il canino di destra (asterisco) si è fratturato (e la corona è andata persa prima dell'esecuzione dell'esame radiografico).

di fistole gengivali (Fig. 8).^{3,18} Se tutta la struttura coronale viene persa, invece, il tessuto gengivale guarisce al di sopra dell'area precedentemente occupata dal dente (Fig. 9).⁶⁶ L'altezza del margine alveolare rimane normalmente invariata, fino a presentarsi più elevata rispetto alle aree viciniori, a causa proprio del lento processo di sostituzione della struttura dentale da parte dell'osso (Fig. 9).^{3,30,91} Visto che l'altezza del processo alveolare è dipendente dalla presenza di un dente (o di una radice) e che in caso di agenesia o estrazione appare più basso del normale, una conformazione diversa del margine alveolare nelle zone edentule supporta un sospetto diagnostico di riassorbimento radicolare e l'area dovrebbe quindi essere sottoposta a esame radiografico.⁹¹

Le lesioni superficiali e con sostituzione nel gatto sono anche associate a sovraeruzione dei canini, un processo

la cui eziologia non è completamente chiarita, caratterizzato da ipercementosi apicale²³ e a volte accompagnato anche da espansione dell'osso alveolare.^{3,18}

Le LR esterno di tipo infiammatorio sono invece per definizione sempre accompagnate (causate) da infiammazione, che si localizza a livello gengivale quando l'origine della lesione è parodontale (Fig. 10).^{15,18,25}

In questi casi si rileva anche riassorbimento osseo di tipo orizzontale o verticale, che avviene prima del riassorbimento dentale perché l'osso è molto vascolarizzato mentre il cemento è avascolare, e perché il dente è maggiormente mineralizzato e quindi più resistente (Fig. 10).²⁵

Il dolore associato alle lesioni sopra-alveolari può comportare scialorrea, disoressia, disfagia, scarso grooming, depressione o aggressività. Può evidenziarsi (anche in

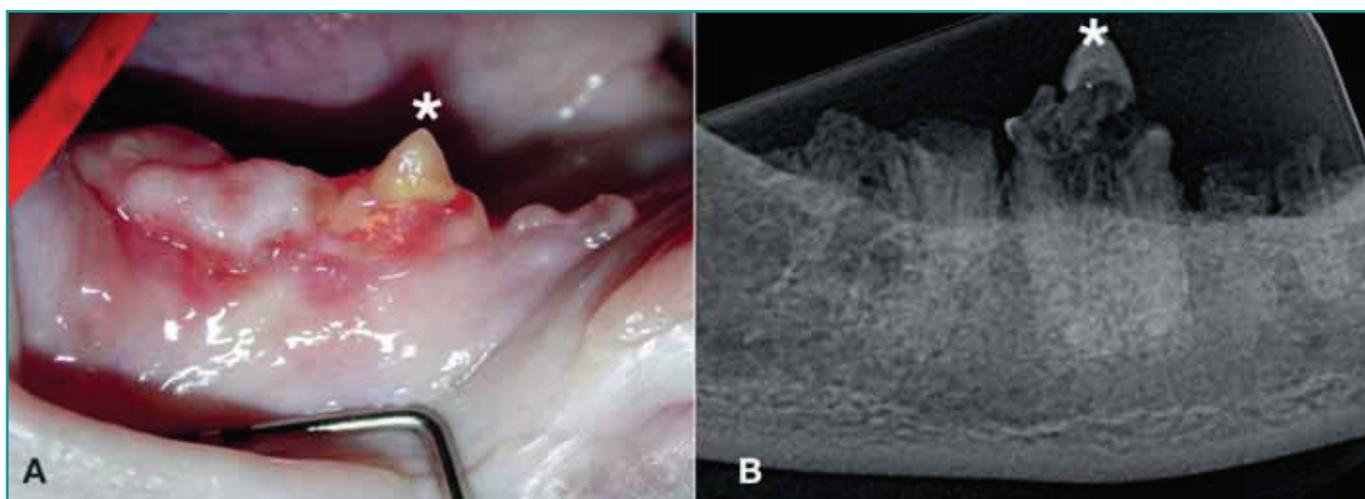


Figura 8 - Aspetto clinico (A) e radiografico (B) della mandibola di destra in un gatto Siamese, maschio castrato, di 9 anni di età. Il terzo premolare e il primo molare sono clinicamente assenti, ma sono presenti frammenti radicolari che causano la persistenza di fistole e infiammazione gengivale, con una conformazione del tessuto molto irregolare. Una parte della corona del quarto premolare (asterisco) è ancora presente, ma il riassorbimento è comunque avanzato.

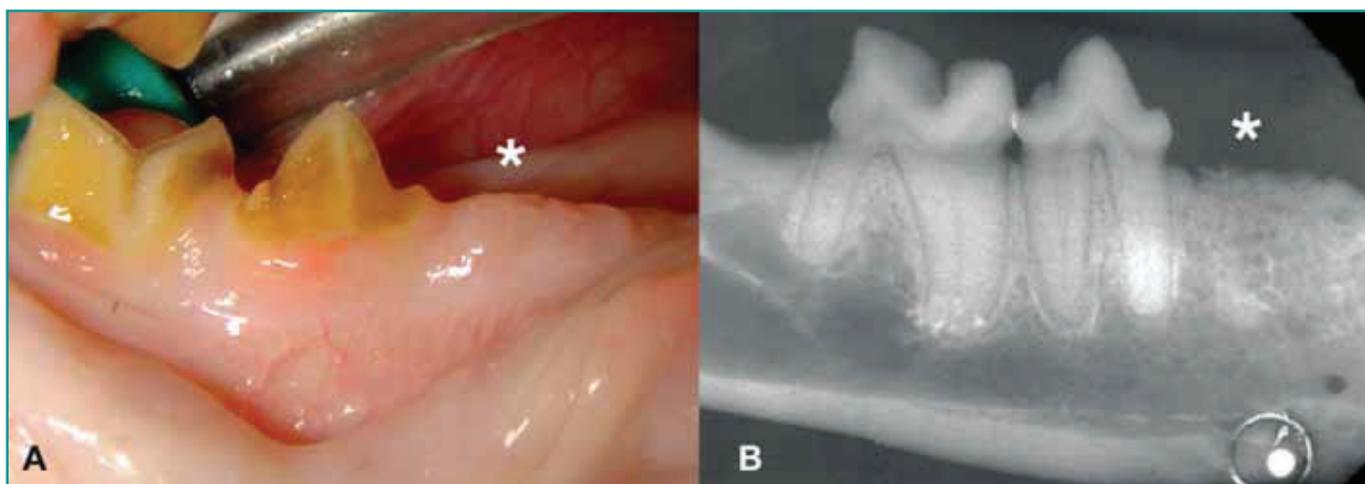


Figura 9 - Aspetto clinico (A) e radiografico (B) della mandibola di destra in un gatto. Il terzo premolare (asterisco) appare completamente riassorbito (con sostituzione). La gengiva è esente da infiammazione e il margine alveolare è allo stesso livello di quello dei denti vicini.

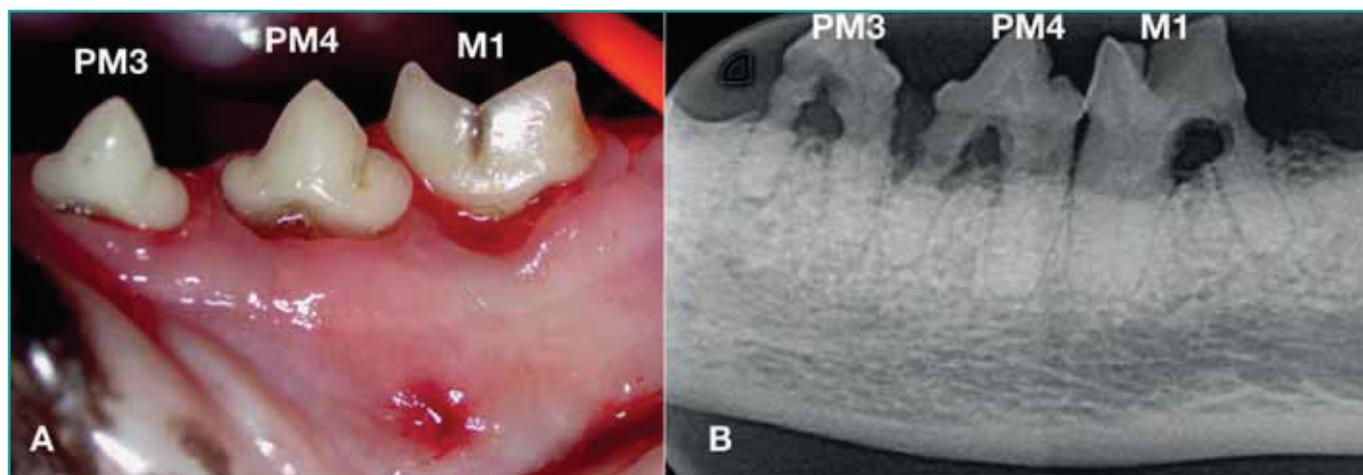


Figura 10 - Aspetto clinico (A) e radiografico (B) della mandibola di sinistra in un gatto comune europeo, maschio castrato, di 11 anni di età affetto da parodontite. È presente retrazione gengivale, oltre a riassorbimento osseo orizzontale a carico del terzo (PM3) e quarto premolare (PM4) e del primo molare (M1), che presentano lesioni da riassorbimento di tipo infiammatorio al di sopra del margine alveolare. Le porzioni apicali delle radici sono di radiopacità normale, e lo spazio parodontale è visibile.

anestesia generale) un movimento parossistico della lingua o uno spasmo mandibolare (il cosiddetto chattering) spontaneo o indotto dal sondaggio delle aree di riassorbimento, a causa di una stimolazione delle terminazioni gengivali e pulpari che induce l'attivazione di un riflesso del muscolo digastrico e dei muscoli linguales.^{3,30,63} Tuttavia, questo segno clinico non è patognomonico di LR.³

Esami di diagnostica per immagini

L'esame di diagnostica per immagini è un'indagine fondamentale per la diagnosi e la valutazione dell'estensione delle LR, e di molte altre patologie dentali.^{18,30,52,85,95} La maggioranza delle lesioni è infatti localizzata al di sotto del margine gengivale e alveolare, e quindi non è clinicamente visibile.^{13,41} Si raccomanda pertanto di eseguire sempre un esame radiografico intraorale completo (full-mouth) in tutti i pazienti odontoiatrici,^{59,95} anche se uno studio ha dimostrato che l'esame dei soli due terzi premolari mandibolari può predire la presenza di LR nel 93,4% dei gatti.⁹⁶ È da sottolineare che l'esame radiografico intraorale è nettamente superiore nella diagnosi delle LR rispetto all'esame radiografico convenzionale³⁰ e addirittura più sensibile anche della tomografia computerizzata.⁹⁷ Tuttavia, l'uso della tomografia cone-beam permette di differenziare meglio le lesioni da riassorbimento interno ed esterno.⁸⁵

Nelle LR esterne di tipo infiammatorio è visibile un difetto radicolare esterno irregolare, ma lo spazio parodontale (radiotrasparente) è conservato e normalmente visibile in prossimità della lesione, e le radici mantengono una radiopacità analoga alle radici dei denti adiacenti (Fig. 10).^{27,29,30,57,94,98} Quando l'origine della lesione è parodontale, è ovviamente associata ad osteolisi oriz-

zontale o verticale (Fig. 10),^{30,57} quando è di natura endodontica il riassorbimento è apicale (Fig. 3).^{27,93}

Nelle LR esterne con sostituzione si assiste invece alla progressiva scomparsa dello spazio del legamento parodontale, anchilosi dentoalveolare e rimodellamento osseo (Fig. 5-9), tenendo presente che però lesioni superficiali poste sul lato vestibolare e palatale/linguale della radice possono passare radiograficamente inosservate.^{27,29,30,79,91,94}

La radiopacità della radice tende a diventare analoga a quella dell'osso.^{27,29,81,94} Come già sottolineato, l'altezza del margine alveolare viene mantenuta o addirittura può aumentare (Fig. 9).⁹¹

TRATTAMENTO E FOLLOW-UP

La scelta del trattamento dipende dal tipo di riassorbimento (interno o esterno, infiammatorio o no), dalla localizzazione (sotto- o sovra-alveolare) e dall'estensione della lesione e, per quanto riguarda il riassorbimento infiammatorio, anche dalla causa (parodontale o endodontica).³

Per le LR interne e quelle esterne di tipo infiammatorio su base endodontica, le opzioni comprendono l'estrazione o il trattamento endodontico (terapia canalare).^{3,30} I denti affetti da lesioni infiammatorie di origine parodontale devono invece generalmente venir estratti, perché il semplice trattamento parodontale non è effica-

L'estrazione dei denti affetti da riassorbimento di tipo infiammatorio deve essere completa, senza lasciare nessun frammento radicolare.

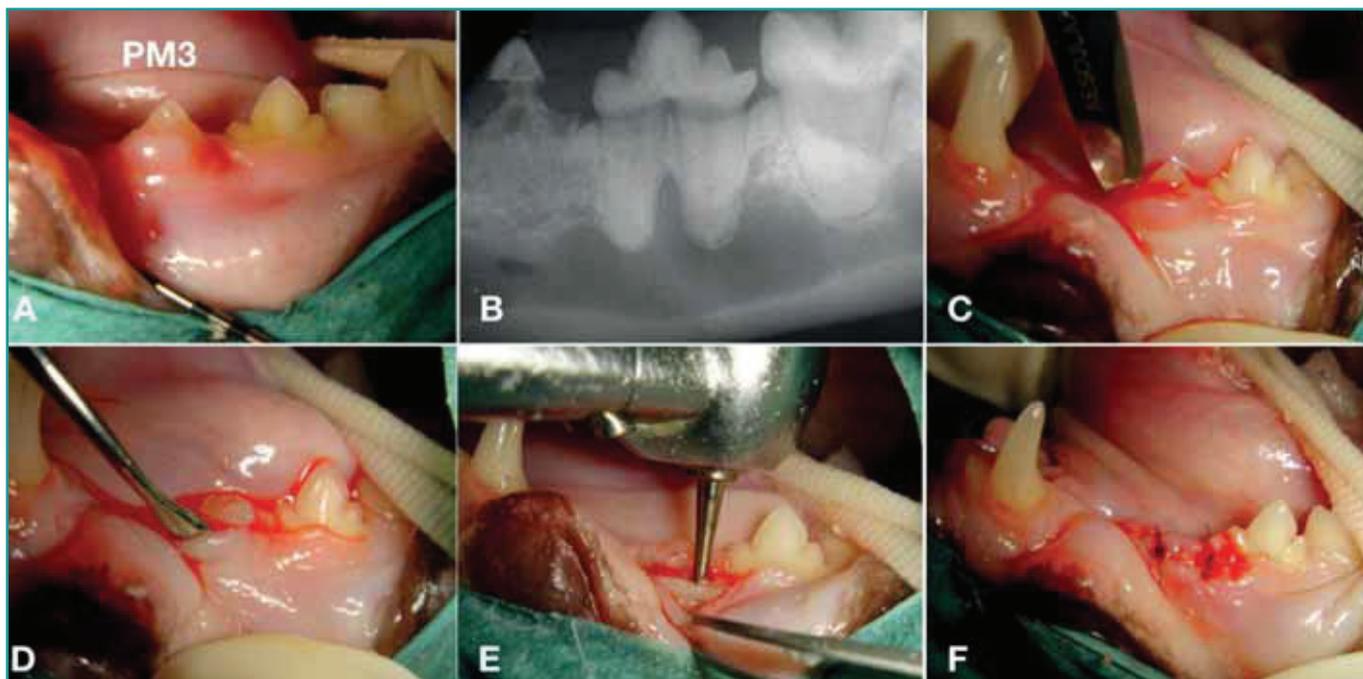


Figura 11 - Amputazione coronale con ritenzione intenzionale della radice del terzo premolare mandibolare di sinistra (PM3) affetto da riassorbimento con sostituzione in un gatto Persiano di 7 anni di età. **A.** Aspetto clinico. **B.** Aspetto radiografico. **C.** Incisione sulcolare che si estende per breve tratto mesialmente e distalmente al dente da estrarre. **D.** Scollamento dei tessuti. **E.** Amputazione al di sotto del margine alveolare con una fresa su turbina. **F.** Sutura gengivale a coprire il sito chirurgico.

ce.³⁰ L'estrazione è relativamente semplice, in quanto la struttura parodontale del dente è conservata.⁹⁹

Questi denti devono essere estratti nella loro totalità, e nessuna porzione della radice deve rimanere in sede, in quanto si tratta di frammenti radicolari infetti, che causano la persistenza del processo infettivo e infiammatorio.¹⁰⁰

L'estrazione è anche l'unica opzione terapeutica per le lesioni con sostituzione, data la loro natura progressiva e vista la scarsa conoscenza sui processi eziopatogenetici che portano al loro sviluppo.^{3,74} In caso di lesioni apicali (poste al di sotto del margine alveolare) è possibile scegliere di non intervenire, in quanto sono generalmente asintomatiche.⁹⁹

Tuttavia, è bene considerare che la progressione della lesione è praticamente inevitabile, e che prima o poi raggiungerà le porzioni coronali del dente, e diventerà quindi clinicamente sintomatica.⁹⁹ È pertanto necessario condividere queste scelte con il proprietario dell'animale, e basarle su considerazioni legate alla possibilità di ri-anestestizzare il paziente nel futuro e sulla compliance prevista da parte dei proprietari.

L'estrazione dei denti con anchilosi è difficoltosa, perché vi è una fusione tra osso alveolare e radice dentale.^{3,30} È necessario pertanto un approccio a cielo aperto, sollevando lembi mucogengivali ed eseguendo un'osteotomia relativamente estesa della parete alveolare labiale/buccale utilizzando delle frese dentali.¹⁰¹

In taluni casi, è d'aiuto utilizzare una fresa tonda o a pera di piccole dimensioni per allargare lo spazio parodontale periradicolare per cercare di eliminare tutte le aree di anchilosi.¹⁰¹

In alternativa, è possibile utilizzare uno strumento di piezochirurgia, con punte apposite.¹⁰²

In taluni casi è possibile invece eseguire una coronectomia con ritenzione intenzionale della radice.^{30,81,101,103,104}

Questa procedura viene raccomandata solo ed esclusivamente in soggetti esenti da stomatite (per limitare la persistenza di potenziali fattori infiammatori), per radici affette da riassorbimento con sostituzione, esenti da parodontopatia o endodontopatia, e con lesioni di stadio avanzato, e prevede pertanto un esame radiografico preoperatorio.^{30,103,104} L'intervento prevede l'incisione dell'attacco gengivale e il sollevamento del tessuto per breve distanza, l'amputazione della corona dentale (o di ciò che rimane di essa) apicalmente al margine alveolare, e la sutura dei tessuti molli a coprire il sito chirurgico (Fig. 11).^{30,103,104}

I denti trattati in questo modo vanno indicati nella scheda chirurgica, e i proprietari vanno informati dettagliatamente. È poi raccomandabile un esame radiografico a 6-12 mesi per valutare la progressione del processo di riassorbimento e l'assenza di complicanze.³⁰ La procedura è stata descritta solo nel gatto, ma con un'attenta scelta dei pazienti e dei denti è probabilmente eseguibile anche nel cane.

PUNTI CHIAVE

- Le lesioni da riassorbimento odontoclastico sono estremamente comuni, con una prevalenza del 53,6% nel cane (tutti i tipi) e di 30-70% nel gatto (riassorbimento esterno con sostituzione e riassorbimento esterno infiammatorio).
- Le lesioni da riassorbimento odontoclastico sono asintomatiche quando localizzate apicalmente al margine alveolare, ma causano dolore quando sono più coronali o quando sono associate ad endodontopatia.
- La conformazione del margine alveolare nelle zone edentule può essere indicativa della presenza pregressa di denti affetti da lesioni da riassorbimento odontoclastico.
- Il trattamento delle lesioni da riassorbimento odontoclastico varia a seconda del tipo, della localizzazione e dell'estensione della lesione.
- L'esame radiografico intraorale è indispensabile per la diagnosi e la valutazione dell'estensione delle lesioni da riassorbimento odontoclastico.
- La coronectomia con ritenzione intenzionale della radice può essere eseguita solo in caso di lesioni da riassorbimento con sostituzione, in assenza di segni di endodontopatia e parodontite.

Narrative literature review of odontoclastic resorptive lesions in dogs and cats

Summary

Odontoclastic resorptive lesions represent one of the most frequent dental diseases affecting dogs and cats. The most common types are external replacement (idiopathic) and inflammatory (of endodontic or periodontal origin) resorption. The diagnosis is based on clinical and particularly intraoral radiographic examination, which is essential for the identification of the type and extension of the lesions. This information is necessary to identify the correct treatment option (endodontic treatment or extraction), and the most suitable surgical technique (open or closed extraction, or coronal amputation and intentional root retention) for the individual case and the single tooth. Resorptive lesions often cause pain, especially in the advanced stages of the disease. The aim of this review is to provide the practitioner with detailed information on diagnosis and treatment of resorptive lesions in dogs and cats.

BIBLIOGRAFIA

1. American Association of Endodontists. Glossary of endodontic terms. 9th Edition, 2016.
2. Ernest WN. Dental Anomalies. In: White SC, Pharoah MJ. Ed 7. Oral radiology principles and interpretation. St. Louis: Elsevier Mosby, 2014, pp 582-611.
3. Reiter AM, Mendoza KA. Feline odontoclastic resorptive lesions an unsolved enigma in veterinary dentistry. *Veterinary Clinician of North America Small Animal Practice*, 32: 791-837, 2002.
4. Ne RF, Whitterspoon DE, Gutmann JL. Tooth resorption. *Quintessence International* 30:9-25, 1999.
5. Nanci A. Ten Cate's oral histology. Development, structure, and function. San Louis: Elsevier Mosby, 2013, pp 233-252.
6. Tronstad L. Root resorption-etiology, terminology and clinical manifestation. *Endodontics & Dental Traumatology* 2:241-252, 1988.
7. Tsesis I, Fuss Z, Rosenberg E, et al. Radiographic evaluation of the prevalence of root resorption in a Middle Eastern population. *Quintessence International* 39: e40-e44, 2008.
8. Fernandes M, de Ataide I, Wagle R. Tooth resorption part I - pathogenesis and case series of internal resorption. *Journal of Conservative Dentistry* 16: 4-8, 2013.
9. Heithersay GS. Management of tooth resorption. *Australian Dental Journal Supplement*, 52: S105-S121, 2007.
10. Bolharj B, Meraji N, Nosrat A. Extensive idiopathic external root resorption in first maxillary molar: a case report. *Iranian endodontic journal* 8:72-74, 2013.
11. DeLaurier A, Boyde A, Horton MA, et al. A scanning electron microscopy study of idiopathic external tooth resorption in the cat. *Journal of Periodontology* 76: 1106-1112, 2005.
12. Schätzle M, Tanner SD, Bosshardt DD. Progressive, generalized, apical idiopathic root resorption and hypercementosis. *Journal of Periodontology* 76:2002-2011, 2005.
13. Van Wessum R, Harvey CE, Henner P. Feline dental resorptive lesions. Prevalence patterns. *Veterinary Clinician of North America: Small Animal Practice* 22: 1404-1416, 1992.
14. Lund EM, Bohacek LK, Dahacek JL, et al. Prevalence and risk factors for odontoclastic resorptive lesions in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 212. 392-395, 1998.
15. Lommer M, Verstraete FMJ. Radiographic patterns of periodontitis in cats: 147 cases (1998-1999). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 218:230-234, 2001.
16. Thomas S, Lappin DF, Spears J, et al. Prevalence of feline calicivirus in cats with odontoclastic resorptive lesions and chronic gingivostomatitis. *Research in Veterinary Science* 111:124-126, 2017.
17. Patel S, Foschi F, Mannocci F, et al. External cervical resorption: a three-dimensional classification. *International Endodontic Journal* 51:206-214, 2018.
18. Farcas N, Lommer MJ, Kass PH, et al. Dental radiographic findings in cats with chronic gingivostomatitis (2002-2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 244: 339-345, 2014.
19. Gunraj MN. Dental root resorption. *Oral surgery Oral Medicine Oral Pathology* 88: 647-653, 1999.
20. Harvey CE. Feline dental resorptive lesions. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)* 8:187-196, 1993.

21. Harvey CE, Orsini P, McLahan C, et al. Mapping of the radiographic central point of feline dental resorptive lesions. *Journal of Veterinary Dentistry* 21: 15-21, 2004.
22. Gorrel C, Larsson A. Feline odontoclastic resorptive lesions: unveiling the early lesion. *Journal of Small Animal Practice* 43: 482-488, 2002.
23. Lewis JR, Okuda A, Shofer FS et al. Significant association between tooth extrusion and tooth resorption in domestic cats. *Journal of Veterinary Dentistry* 25: 86-95, 2008
24. Lewis JR, Tsugawa AT. Gingival hyperplasia and granulation tissue associated with a feline dental resorptive lesion. *Journal of Veterinary Dentistry* 21:23-25, 2004.
25. Reiter AM, Lewis JR, Okuda A. Update on the etiology of tooth resorption in domestic cats. *Veterinary Clinician of North America Small Animal Practice* 35: 913-942, 2005.
26. Andreasen FM, Andreasen JO. Luxation injuries of permanent teeth: general findings. In: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, eds. *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. 4th ed. Copenhagen: Blackwell Munksgaard, 2007, pp 372-403.
27. Peralta S, Verstraete FJM, Kass PH. Radiographic evaluation of the types of tooth resorption in dogs. *American Journal of Veterinary Research* 71: 784-793, 2010.
28. Kandlgaonkar SD, Gharat LA, Tupsakhare SD, et al. Cervical resorption: a review. *Journal of International Oral Health* 5: 124-130, 2013.
29. DuPont GA, DeBowes LJ. Comparison of periodontitis and root replacement in cat teeth with resorptive lesions. *Journal of Veterinary Dentistry* 19: 71-75, 2002.
30. DuPont GA. Radiographic evaluation and treatment of feline dental resorptive lesions. *Veterinary Clinician of North America: Small Animal Practice* 35:943-962, 2005.
31. American Veterinary Dental College. Nomenclature. Teeth abnormalities and related procedures. Tooth resorption. Available at: <https://www.avdc.org/Nomenclature/Nomen-Teeth.html#resorption>. Accesso al sito 20 Luglio 2018.
32. Peralta S, Verstraete FMJ, Hass PH. Radiographic evaluation of the classification of the extent of tooth resorption in dogs. *American Journal of Veterinary Research* 71:794-798, 2010.
33. Patel S, Kanagasingam S, Ford TP. External cervical resorption: a review. *Journal of Endodontics* 35:616-625, 2009.
34. Proteasa CT, Ionescu E, Proteasa E, et al. Orthodontically induced root resorption correlated with morphological characteristics. *Romanian Journal of Morphology and Embryology* 50: 257-262, 2009.
35. Andreasen JO. External root resorption: its implication in dental traumatology, paedodontics, periodontics, orthodontics and endodontics. *International Endodontic Journal* 18:109-118, 1985.
36. Okuda A, Harvey CE. Challenges in treatment of external odontoclastic resorptive lesions in cats. *Compendium for veterinary continuing education* 17: 1461-1469, 1995.
37. Nemeč A, Boaz A, Murphy B, et al. Prevalence and types of tooth resorption in dogs with oral tumors. *American Journal of Veterinary Research* 73: 1057-1066, 2012.
38. Darcey J, Qualtrough A. Resorption: part 1. Pathology, classification and aetiology. *British Dental Journal* 214:439-451, 2013.
39. Senn D, Schwalder P, Roux P, et al. Immunohistochemical localization of osteoclastogenic cell mediators in feline tooth resorption and healthy teeth. *Journal of Veterinary Dentistry* 27: 75-83, 2010.
40. Sigurdsson A, Trope M, Chivian N. The role of endodontics after dental traumatic injuries. In Hargreaves M, Cohen S Eds. *Cohen's Pathways of the pulp*, St. Louis: Mosby Elsevier, 2011, pp. 620-654.
41. Gengler W, Dubielzig R, Ramer J. Physical examination and radiographic analysis to detect dental and mandibular bone resorption in cats: a study of 81 cases from necropsy. *Journal of Veterinary Dentistry* 12:97-100, 1995.
42. Von Arx T, Schwalder P, Ackermann M, et al. Human and feline invasive cervical resorptions: the missing link? Presentation of four cases. *Journal of Endodontics* 35: 904-913, 2009.
43. Haapasalo M, Endal U. Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. *Endodontic Topics* 14:60-79, 2006.
44. Reiter AM. Feline "Odontolysis" in the 1920's: the forgotten histopathological study of feline odontoclastic resorptive lesions (FORL). *Journal of Veterinary Dentistry* 15: 35-41, 1998
45. Berger M, Stich H, Huster H, et al. Feline dental resorptive lesions in the 13th to 14th centuries. *Journal of Veterinary Dentistry* 21: 206-213, 2004.
46. Reiter AM, Lyon KF, Nachreiner RF, et al. Evaluation of calciotropic hormones in cats with odontoclastic resorptive lesions. *American Journal of Veterinary Research* 66:1446-1452, 2005.
47. Berger M, Schwalder P, Stich H, et al. Feline dental resorptive lesions in captive and wild leopards and lions. *Journal of Veterinary Dentistry* 13:13-21, 1996.
48. Mendoza KA, Manfra Marretta S, Klippert LS. Odontoclastic resorptive lesion of a mandibular right first molar in a cougar. *Journal of Veterinary Dentistry* 17:173-176, 2000.
49. Roux P, Berger M, Stich H, et al. Oral examination and radiographic evaluation of the dentition in wild cats from Namibia. *Journal of Veterinary Dentistry* 26:16-22, 2009.
50. Reichart PS, Durr UM, Triadan H, et al. Periodontal disease in the domestic cat. A histopathologic study. *Journal of Periodontal research* 19:67-75, 1984.
51. Coles S. The prevalence of buccal cervical root resorptions in Australian cats. *Journal of Veterinary Dentistry* 7:14-16, 1990.
52. Verstraete FJ, Kass PH, Terpak CH. The diagnostic value of full mouth radiography in cats. *American Journal of Veterinary Research* 59: 692-695, 1998.
53. Lommer M, Verstraete FMJ. Prevalence of odontoclastic resorption lesions and periapical radiographic lucencies in cats: 265 cases (1995-1998). *Journal of American Veterinary Medical Association* 12:1866-1869, 2000.
54. Inghman KE, Gorrel C, Blackburn J, et al. Prevalence of odontoclastic resorptive lesions in a population of clinically healthy cats. *Journal of Small Animal Practice* 42: 439-443, 2001.
55. Girard N, Servet E, Biourge V, et al. Feline tooth resorption in a colony of 109 cats. *Journal of Veterinary Dentistry* 25: 166-174, 2008.
56. Pettersson A, Mannerfelt T. Prevalence of dental resorptive lesions in Swedish cats. *Journal of Veterinary Dentistry* 20:140-142, 2003.
57. Lemmons M. Clinical feline dental radiography. *Veterinary Clinician of North America Small Animal Practice* 43: 533-554, 2013.
58. Mestrinho LA, Runhau J, Bragan M, et al. Risk Assessment of Feline tooth resorption: a Portuguese clinical case control study. *Journal of Veterinary Dentistry* 30:78-83, 2013.
59. DeLaurier A, Boyde A, Jackson B, et al. Identifying early osteoclastic resorptive lesions in feline teeth: a model for understanding the origin of multiple idiopathic root resorption. *Journal of Periodontal Research* 44: 248-257, 2009.
60. Okuda A, Harvey CE. Etiopathogenesis of feline dental resorptive lesions. *Veterinary Clinician of North America: Small Animal Practice* 22: 1385-1404, 1992.
61. Zetner K, Steurer I. The influence of dry food on the development of feline neck lesions. *Journal of Veterinary Dentistry* 9:4-6, 1992.
62. Hofmann-Lehmann R, Berger M, Sigrist B, et al. Feline immunodeficiency virus (FIV) infection leads to increased incidence of feline odontoclastic resorptive lesions (FORL). *Veterinary Immunology and Immunopathology* 65 299-308, 1998.
63. Lyon K. Subgingival odontoclastic resorptive lesions. Classification, treatment, and results. *Veterinary Clinician of North America: Small Animal Practice* 22: 1417-1432, 1992.
64. Scarlett JM, Saldia J, Hess J. Risk factors for odontoclastic resorptive lesions in cats. *Journal of the American Animal Hospital Association* 35:188-192, 1999.
65. Colley PA, Verstraete FJM, Kass PH et al. Elemental composition of teeth with and without odontoclastic resorption lesions in cats. *American Journal of Veterinary Research* 63:546-550, 2002.
66. Johnson N. Acquired feline oral cavity disease. Part 2: feline odontoclastic resorptive lesions. In *Practice* 22: 188-197, 2000.
67. Roux P, Berger M, Stoffel M, et al. Observations of the periodontal ligament and cementum in cats with dental resorptive lesions. *Journal of Veterinary Dentistry* 22:74-85, 2005.
68. DeLaurier A, Boyde A, Horton MA, et al. Analysis of the surface characteristics and mineralization status of feline teeth using scanning electron microscopy. *Journal of Anatomy*, 209: 655-669, 2006.
69. Gauthier O, Boudigues S, Pilet P, et al. Scanning electron microscopic description of cellular activity and mineral changes in feline odontoclastic resorptive lesions. *Journal of Veterinary Dentistry* 18:171-176, 2001.

70. Girard N, Servet E, Hennet P, et al. Tooth resorption and vitamin D3 status in cats fed premium dry diets. *Journal of Veterinary Dentistry* 27:142-147, 2010.
71. Booij-Vrieling HE, Ferbus D, Tryfonidou MA, et al. Increased vitamin D-driven signaling and expression of the vitamin D receptor, MSX2, and RANKL in tooth resorption in cats. *European Journal of Oral Science* 118: 39-46, 2010.
72. Zhang P. Vitamin D status in cats with and without odontoclastic resorptive lesions. *Nestle-Purina PetCare Compendium* 28:77, 2006.
73. Booij-Vrieling HE, Tryfonidou MA, Riemers FM, et al. Inflammatory cytokines and the nuclear vitamin D receptor are implicated in the pathophysiology of dental resorptive lesions in cats. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 15:160-166, 2009.
74. Booij-Vrieling HE, De Vries TJ, Schoenmaker T, et al. Osteoclast progenitors from cats with and without tooth resorption respond differently to 1,25-dihydroxyvitamin D and interleukin-6. *Research in Veterinary Science* 92:311-316, 2012.
75. Muzylak M, Arnett TR, Price JS. The in vitro effect of pH on osteoclasts and bone resorption in the cat: implications for the pathogenesis of FORL. *Journal of Cellular Physiology* 213:144-150, 2007.
76. Arzi B, Murphy B, Cox DP, et al. Presence and quantification of mast cells in the gingiva of cats with tooth resorption, periodontitis and chronic stomatitis. *Archives of Oral Biology* 55: 148-154, 2010.
77. Eickenberg S, Loheide H, Arens FC. Treatment of asymptomatic internal resorption of a maxillary premolar tooth in a military dog. *Journal of Veterinary Dentistry* 15:175-178, 1998.
78. Emily P. Endodontic diagnosis in dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 28: 1189-1236, 1998.
79. Gorrel C. Radiographic evaluation. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 28:1089-1110, 1998.
80. Schreyer J, Plumer E. Odontoclastic hard tissue defects in dogs. *Klienterpraxis* 46:465-474, 2001.
81. Sarkiala-Kessel E. Diagnostic imaging in veterinary dental practice. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 233: 389-391, 2008.
82. Yoshikawa H, Watanabe K, Ozawa T. Odontoclastic resorptive lesions in a dog. *Journal of Veterinary Medical Science* 70: 103-105, 2008.
83. Roux P, Stüch H, Schawalder P. Résorptions dentaires multiples chez un lévrier italien. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 153: 281-286, 2011.
84. Carle DS, Shope BH. Diagnostic imaging in veterinary dental practice. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 15:1283-1285, 2012.
85. Doring S, Arzi B, Hatcher DC, et al. Evaluation of the diagnostic yield of dental radiography and cone-beam computed tomography for the identification of dental disorders in small to medium-sized brachycephalic dogs. *American Journal of Veterinary Research* 79:62-72, 2018.
86. Barger AM, Fan TM, de Lorimier LP, et al. Expression of receptor activator of nuclear factor k-B ligand (RANKL) in neoplasms of dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 21:133-140, 2007.
87. Katakura A, Kamyama I, Takano N et al. Comparison of salivary cytokine levels in oral cancer patients and healthy subjects. *The Bulletin of Tokyo Dental College* 48:199-203, 2007.
88. Sasaki T, Shimizu T, Watanabe C, et al. Cellular roles in physiological root resorption of deciduous teeth in the cat. *Journal of Dental Research* 69: 67-74, 1990.
89. Ohba S, Kiba H, Kuwabara M, et al. A histopathological study of neck lesions in feline teeth. *Journal of the American Animal Hospital Association* 29:216-220, 1993.
90. Shigeyama Y, Grove TK, Strayhorn C, et al. Expression of adhesion molecules during tooth resorption in feline teeth: a model system for aggressive osteoclastic activity. *Journal of Dental Research* 75:1650-1657, 1996.
91. Mihaljevic SY, Kernmaier A, Mertens-Jentsch S. Radiographic changes associated with tooth resorption type 2 in cats. *Journal of Veterinary Dentistry* 29: 20-26, 2012.
92. Ohba S, Kuwabara M, Kamata H, et al. Scanning electron microscopy of root resorption of feline teeth. *The Journal of Veterinary Medical Science* 66: 1579-1581, 2004.
93. Darcey J, Qualtrough A. Resorption: part 2. Diagnosis and management. *British Dental Journal* 214:493-509, 2013.
94. Bellows J. Oral Pathology. In: *Feline dentistry. Oral assessment, treatment, and preventative care*. Ames: Wiley-Blackwell, 2010, pp.101-148.
95. Verstraete FJ, Kass PH, Terpak CH. The diagnostic value of full mouth radiography in dogs. *American Journal of Veterinary Research* 59: 686-691, 1998b.
96. Heaton M, Wilkinson J, Gorrel C, et al. A rapid screening technique for feline odontoclastic resorptive lesions. *Journal of Small Animal Practice* 45: 598-601, 2004.
97. Lang LG, Wilkinson TE, White TL. Computed tomography of tooth resorption in cats. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 57: 467-474, 2016.
98. DuPont GA, DeBowes LJ. Tooth resorption. In: *Atlas of dental radiography in dogs and cats*. St Louis: Saunders Elsevier, 2009. pp.172-181.
99. Bellows J. Treatment of tooth resorption. In: *Feline dentistry. Oral assessment, treatment, and preventative care*. Ames: Wiley-Blackwell, 2010, pp.222-241.
100. Gorrel C. Tooth resorption in cats: pathophysiology and treatment options. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 17:37-43, 2015.
101. Lommer MJ, Verstraete FJM. Special considerations in feline exodontics. In: Verstraete JM, Lommer MJ eds. *Oral and maxillofacial surgery in dogs and cats*. Philadelphia: Saunders, 2012, pp 141-152.
102. Hennet P. Piezoelectric bone surgery: a review of the literature and potential applications in veterinary oromaxillofacial surgery. *Frontiers in Veterinary Science* doi: 10.3389/fvets.2015.00008, 2015.
103. DuPont GA. Crown amputation with intentional root retention for advanced feline resorptive lesions - a clinical study. *Journal of Veterinary Dentistry* 12:913, 1995.
104. DuPont GA. Crown amputation with intentional root retention for advanced feline resorptive lesions in cats. *Journal of Veterinary Dentistry* 19:107-110, 2002.
105. Picos AM, Chisnoiu AM, Lasserre JF, et al. Dental erosion - literature update. *Human and Veterinary Medicine International Journal of the Bioflux Society* 5:135-141, 2013.