

Tandheelkunde bij het paard in de 21^e eeuw Deel 2: onderzoek van de paardenmond en diagnostische hulpmiddelen voor detectie van gebitspathologie

*Equine dentistry in the 21st century
Part 2: dental examination of the horse's mouth and diagnostic techniques
for detection of dental disease*

¹E. Pollaris, ²E. Van der Vekens, ²I. Gielen, ²C.P. Crijns, ¹L. Vlamincx

¹Vakgroep Heelkunde en Anesthesie van de Huisdieren

²Vakgroep Medische Beeldvorming van de Huisdieren en Orthopedie van de Kleine Huisdieren
Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, België

Elke.pollaris@ugent.be
Lieven.vlaminck@ugent.be

SAMENVATTING

In deel één van deze tweeluik over tandheelkunde bij het paard dat in nummer 4 van dit tijdschrift in 2015 is verschenen, werden de verschillende afwijkingen van het paardengebit toegelicht. In dit tweede deel wordt gefocust op de diagnostiek van gebitspathologie. Centraal hierin staat de uitvoering van een correct mondonderzoek in combinatie met het gebruik van een juiste terminologie/nomenclatuur om de aangetroffen pathologie te noteren op een gebitsfiche. Diagnostische, beeldvormende technieken, zoals dentale endoscopie, radiografie, computertomografie, scintigrafie en MRI leveren complementaire informatie die toelaat het probleem beter te situeren en prognostische en therapeutische conclusies te trekken.

ABSTRACT

In the first part of this series of articles on modern equine dentistry, which was published in the fourth issue of this journal in 2015, different dental pathologies in the horse were reviewed. In this second part, the focus is directed towards how these diseases can be diagnosed. This involves the implementation of a proper oral examination combined with the use of correct terminology/nomenclature to record the encountered pathology on a dental record sheet. Several dental diagnostic imaging techniques, such as oral endoscopy, radiography, computed tomography, scintigraphy and MRI provide complementary information on the identification of the exact disease process, a prerequisite to deduct proper prognostic and therapeutic conclusions.

INLEIDING

Het gebruik van de juiste terminologie en een uniforme nomenclatuur van de aangetroffen gebitspathologie zijn van groot belang om miscommunicatie te voorkomen. Om aan te geven over welke tand(en) gerapporteerd wordt, wordt gebruik gemaakt van het 'gewijzigde triadansysteem' (Pollaris en Vlamincx, 2015). De lokalisatie van letsels op een tand kunnen aangeduid worden met apicaal (naar de apex of tandwortel toe), occlusaal (kauwoppervlak), buccaal (wangzijde), labiaal (de zijde van de lippen), linguaal (de zijde van de tong), palataal (de zijde van het gehemelte), interproximaal (de ruimte tussen twee tanden), mesiaal (voorzijde (maaltand) of mediale

zijde (snijtand)) en distaal (achterzijde (maaltand) of laterale zijde (snijtand)). De aangetroffen pathologie kan zowel grafisch als tekstueel genoteerd worden op speciaal daarvoor gemaakte tandenfiches (Easley en Tremaine, 2011).

Een algemeen klinisch onderzoek van de patiënt blijft aangewezen alvorens het eigenlijke mondonderzoek te starten. Dit houdt ook het afnemen van een uitgebreide anamnese in waarbij er gefocust wordt op onder andere het eetgedrag van het paard (traag eten, proppen maken, kieskeurig zijn, hypersalivatie, etc.), het voorkomen van rijtechnische klachten (bitafweer, in het bit hangen, hoofdschudden, de tong over het bit steken, etc;) en het ontstaan van opvallende bijkomende symptomen in de regio van het hoofd, zoals

halitose, neusvloeï, zwellingen, fistulatie, etc. Na het verzamelen van de klinische basisinformatie betreffende de lichaamstemperatuur, pols- en ademhalingsfrequentie, de kleur slijmvliezen, de capillaire vulingstijd (CVT), long-hart-buikauscultatie, de “body condition score” (BCS) en mogelijke randinformatie (inspectie van de stal op bijvoorbeeld proppen, mestcontrole op lange vezels), wordt finaal de brede regio van hoofd en hals aan nader onderzoek onderworpen (Easley en Tremaine, 2011).

DIAGNOSE VAN GEBITSPROBLEMEN

Het specifiek klinisch onderzoek start met een grondige palpatie van deze regio. Er wordt naar de symmetrie van het hoofd gekeken alsook naar het voorkomen van abnormaliteiten, zoals zwellingen, neusvloeï, fistels, etc. Er wordt een palpatie uitgevoerd van de kauwspieren (m. masseter en m. temporalis), het temporomandibulair gewricht, de regionale lymfeknopen (Inn. Parotidei, Inn. mandibulares en Inn. retropharyngei) en de aflijning van de mandibula (zwellingen, eruptiecyten) (Easley en Tremaine, 2011). In geval klachten zich vooral manifesteren tijdens het rijden kan een grondige inspectie van het hoofdstel en bit eveneens een nuttige bijdrage leveren in het zoeken naar de etiologie en het aanreiken van een oplossing (Bennett, 2011).

Het mondonderzoek

Het eigenlijke onderzoek gebeurt steeds bij het geseedeerd dier. Vaak wordt hiervoor een combinatie van een alfa2-agonist en een opioïde gebruikt, bijvoorbeeld detomidine (0,01-0,02 mg/kg) en butorphanol (0,02-0,05 mg/kg). De functionaliteit van het gebit wordt gecontroleerd door de rostrocaudale en laterale beweging van de onderkaak ten opzichte van de bovenkaak te beoordelen. Afwijkingen hierop kunnen een aanwijzing zijn voor een abnormaal oclusiepatroon ter hoogte van de maaltanden (Rucker, 2004). Alvorens een speculum in de mond aan te brengen, worden de snijtanden aan een grondige inspectie onderworpen, zowel op het vlak van oclusie en slijtage, als op hun klinische conditie (intactheid van de klinische kroon, aansluiting van het tandvlees, tandsteen, etc.). Het slijtagepatroon van het kauwoppervlak van de mandibulaire snijtanden en de eruptie van de maaltanden kunnen gebruikt worden om een leeftijdsschatting uit te voeren. In Tabel 1 worden de verschillende betrouwbare parameters geïllustreerd die hiervoor gebruikt worden. Wanneer de geschatte leeftijd sterk afwijkend is van de eigenlijke leeftijd van het paard heeft het gebit mogelijk een abnormale slijtage ondergaan. De leeftijdsschatting uitgevoerd bij een paard met een duidelijk abnormale slijtage van de snijtanden, bijvoorbeeld bij een kribbebijter en bij overbeet, is uiterst onbetrouwbaar (Muylle et al., 1996).

Bij het mondonderzoek wordt gestart met het grondig spoelen van de mondholte voor evacuatie van voedselresten, alvorens het speculum ingebracht wordt en geopend. Een goede lichtbron en het ondersteunen van het hoofd met een staander of een ophangstelsel zijn een noodzaak. In een oogopslag kan een eerste indruk opgedaan worden van de algemene toestand van het gebit. In een gezond gebit staan alle tanden perfect achter elkaar, hebben de klinische kronen dezelfde hoogte en blijven er geen voedselresten achter in de mond. Vervolgens wordt de hele mond systematisch en grondig onderzocht. Ter hoogte van de mandibulaire lagen kunnen verwondingen aanwezig zijn, veroorzaakt door het bit. Door de duimen erover te laten glijden, kan men voelen naar onregelmatigheden en de reactie van het paard bij druk hierop observeren. Ditzelfde wordt eveneens gedaan ter hoogte van de maxillaire lagen, waardoor meer frequent onder andere de aanwezigheid van (blinde) wolfskiezen kan vastgesteld worden. Inspectie van tong en wangen kunnen slijmvliesverwondingen aan het licht brengen (acuut tot chronisch). Deze zijn een duidelijke aanwijzing voor het voorkomen van scherpe emailpunten. Door het aftasten van de maaltandenrijen (buccale zijde bovenaan en linguale zijde onderaan) kunnen de exacte lokalisatie en uitgebreidheid van deze punten in kaart gebracht worden. Tijdens verdere inspectie en palpatie van de mond wordt aandacht besteed aan asymmetrieën, kroonhoogte, intactheid van de kroon, diastemata tussen tanden en de mobiliteit van de individuele elementen (Easley en Tremaine, 2001; Tremaine, 2005). Parodontitis wordt veroorzaakt door de opstapeling van rottend voedsel tussen de tanden en wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een typische geur die opvalt bij het spoelen van de mond of aan de vingers blijft hangen na palpatie van diastemata (Gieche en Moyer, 2010).

Door het tellen van de tanden kan men gemakkelijk een diagnose van hypo- of polydontie stellen. Te veel tanden kan wijzen op een echte polydontie maar kan ook te wijten zijn aan het persisteren van een melktand. Een persisterende melksnijtand wordt regelmatig vastgesteld en kan gemakkelijk gedifferentieerd worden van een definitieve tand op basis van macroscopische kenmerken. Terwijl een melksnijtand kleiner, witter en kelkvormig is, zal een definitieve tand meer balkvormig zijn en bruin verkleurd door impregnatie van donkere pigmenten uit plantaardig voedsel. Ook vertoont de labiale zijde van de klinische kroon één (onderkaak) of twee (bovenkaak) longitudinale groeven (Muylle, 2011) (Figuur 1). De persisterende melktand is vaak labiaal gepositioneerd ten opzichte van de permanente tand of kan zich tussen twee permanente tanden in bevinden. Bij twijfel kan een correcte differentiatie gebeuren aan de hand van een radiografisch onderzoek (Dixon et al., 1999; Dixon, 2011). Het identificeren van persisterende melkmaaltanden (doppen) is veelal ook door eenvoudige visuele inspectie mogelijk in combinatie met een goede kennis van het tijdstip van het wisselen van de

Tabel 1. Parameters voor de leeftijdsbepaling bij het paard. Onderstaande tabel is van toepassing op dravers. Afhankelijk van het paardenras kunnen hier kleine verschillen op bestaan (Muylle et al., 1996). (weken = w; maanden = m; jaar = j).

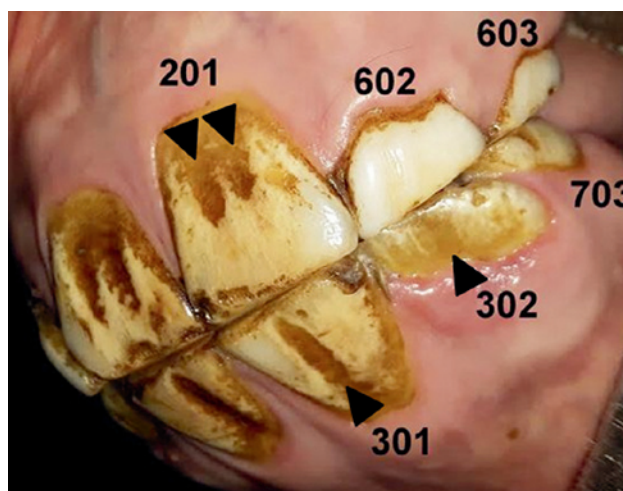
Snijtanden	'01	'02	'03
Eruptie melksnijtanden	Enkele dagen	3-6w	6m
Eruptie definitieve snijtanden	3j	4j	5j
Verschuiven tandster	5j	6j	7j-8j
Witte zone in de tandster	7j-8j	9j-11j	11j-13j
Verdwijnen kroonholtebodemp	18j	19j-20j	19j-20j
Premolaren	'06	'07	'08
Eruptie definitieve premolaren	2,5	3	4
Molaren	'09	'10	'11
Eruptie	1	2	3,5

premolaren (Tabel 1). Vaak wordt een scherpe aflijning gezien tussen de resterende dunne 'dop' en de daaronder erupterende kies (Figuur 2A). Bovendien is een verhoogde mobiliteit van de dop voelbaar. Bij afwezigheid van deze duidelijke kenmerken kan differentiatie uitgevoerd worden op basis van het uitzicht van het kauwoppervlak. De kroon van een recent gewisselde premolaar is korter dan deze van de omliggende tanden. Het kauwoppervlak is meer afgerond en wordt in de bovenkaak gekenmerkt door diepe infundibulae als gevolg van de afwezigheid van slijtage (Figuur 2B). Bij twijfel kan ook hier een radiografisch onderzoek een definitieve diagnose mogelijk maken (Dixon en Dacre, 2005).

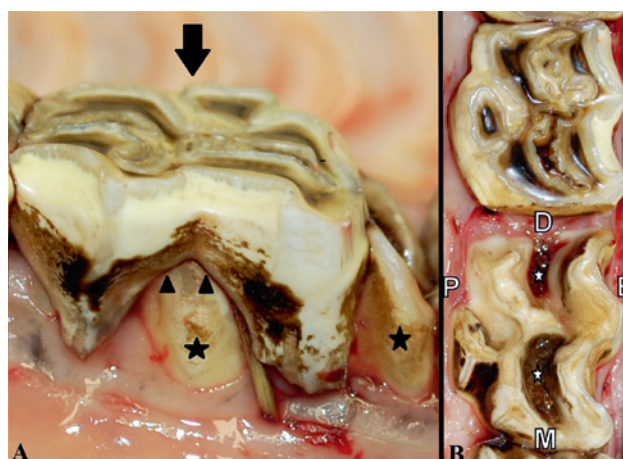
Het gebruik van een tandspiegel en/of orale endoscopie

Om elke individuele tandkroon en het omliggende tandvlees goed te kunnen beoordelen, is het gebruik van een spiegel of een orale endoscoop vereist aangezien de paardenmond slechts in beperkte mate geopend kan worden en het zicht op de tanden gehinderd wordt door de volumineuze tong. Dit probleem stelt zich vooral bij de meest caudale elementen. Een tandspiegel is makkelijker te gebruiken in praktijkomstandigheden, alhoewel de markt van orale endoscopen de laatste jaren sterk geëvolueerd is naar gebruiksvriendelijke toestellen voorzien van een geïntegreerde lichtbron en draadloos gestreamd beeld naar een laptop of tablet. Meestal wordt gebruik gemaakt van een 40-50 cm rigide scoop met een beeldhoek van 70-90°. Een flexibele endoscoop kan eveneens gebruikt worden maar houdt aanzienlijk meer risico's in op beschadiging van de kwetsbare buitenzijde van de endoscoop. Het uitvoeren van orale endoscopie vergt een nog diepere sedatie om voortdurende kauw- en tongbewegingen te voorkomen. Tijdens het onderzoek wordt elke tand systematisch bekeken, zowel op het kauwoppervlak als langs de buccale en palatale/linguale zijde (Tremaine, 2005; Simhofer et al., 2008).

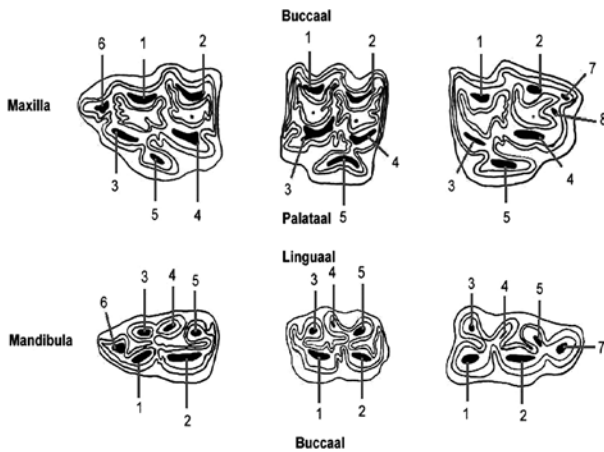
De vitaliteit van een individueel element kan deels beoordeeld worden door een goede inspectie en het aftasten van de tandsterren met een scherp instrument. Het poreuze secundair dentine waaruit ze gevormd



Figuur 1. Het onderscheid tussen een melksnijtand en een definitieve snijtand. Elementen 201, 301 en 302 zijn gewisseld. Deze definitieve tanden zijn balkvormig en bezitten één labiale groeve (pijlpunt) in de onderkaak en twee in de bovenkaak. Melkelementen 602, 603 en 703 zijn nog aanwezig. Deze melksnijtanden zijn witter, kleiner en kelkvormig.



Figuur 2. Het onderscheid tussen een melkpremolaraar (dop) en een definitieve kies. A. De aflijning tussen de melktand (pijl) en de definitieve maaltand (ster) is duidelijk zichtbaar (pijlpunt). B. De recent gewisselde (maxillaire) maaltand ligt lager dan het occlusievlak van de overige tanden. Het kauwvlak is nog niet in slijtage en vertoont daarom diepe infundibulae (ster). P: palataal, B: buccaal, D: distaal, M: mesiaal.

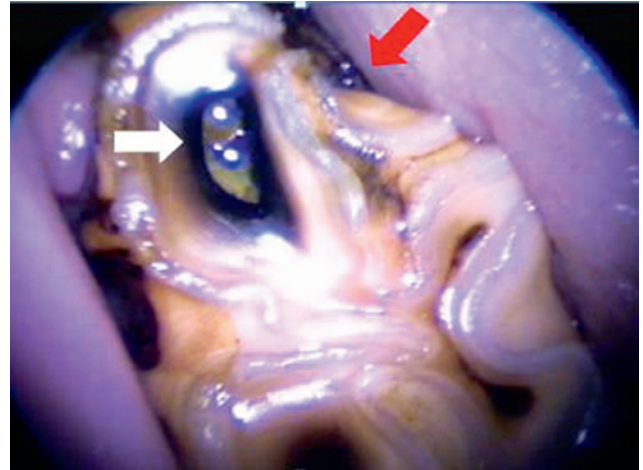


Figuur 3. Nummeringssysteem tandsterren volgens du Toit et al. (2008). Ter hoogte van elementen '07 tot en met '10 zijn er vijf tandsterren zichtbaar. Het kauwvlak van de '06 elementen en de mandibulaire '11n vertonen er zes en de maxillaire '11 elementen tellen er zeven.

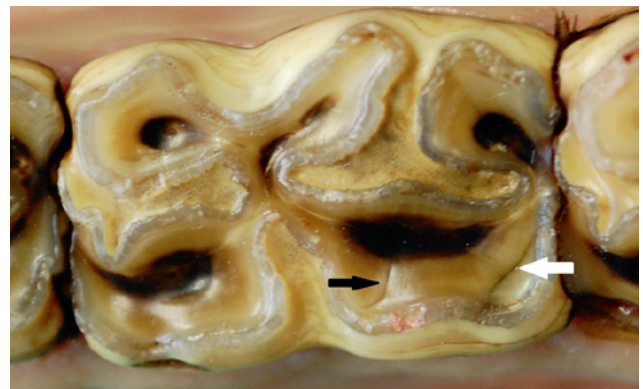


Figuur 4. Open pulpakanaal. Pulpa 1 van element 206 is geëxposeerd. Het secundaire dentine is zwart gekleurd en er is voedsel aanwezig. De scherpe punt van een "dental explorer" verdwijnt diep in deze tandster, wat bij een intacte tandster niet mogelijk is.

worden, beschermt de onderliggende uitlopers van het pulpasysteem (de pulpahoorns) van direct contact met de bacteriële flora in de mond. Elke maaltand heeft een specifiek tandsterpatroon, waarvoor een nummeringssysteem werd ontwikkeld (du Toit et al., 2008) (Figuur 3). Een snijtand heeft slechts één tandster, een haaktand heeft er geen (ondervindt geen slijtage). Wanneer de pulpa afsterft, bijvoorbeeld ten gevolge van een primaire pulpitis (hematogene infectie), wordt er geen secundaire dentine meer gevormd, wat onder invloed van de voortdurende slijtage van de tand na verloop van tijd aanleiding geeft tot het ontstaan van een verbinding tussen het pulpakanaal en het kauwvlak. Tijdens het kauwproces wordt daarop voedsel tot diep in het pulpakanaal geduwd, wat de ontwikkeling van een ernstige tandwortelinfectie verder in de hand kan werken. Een dergelijk 'open pulpakanaal' kan men herkennen door een uitgesproken



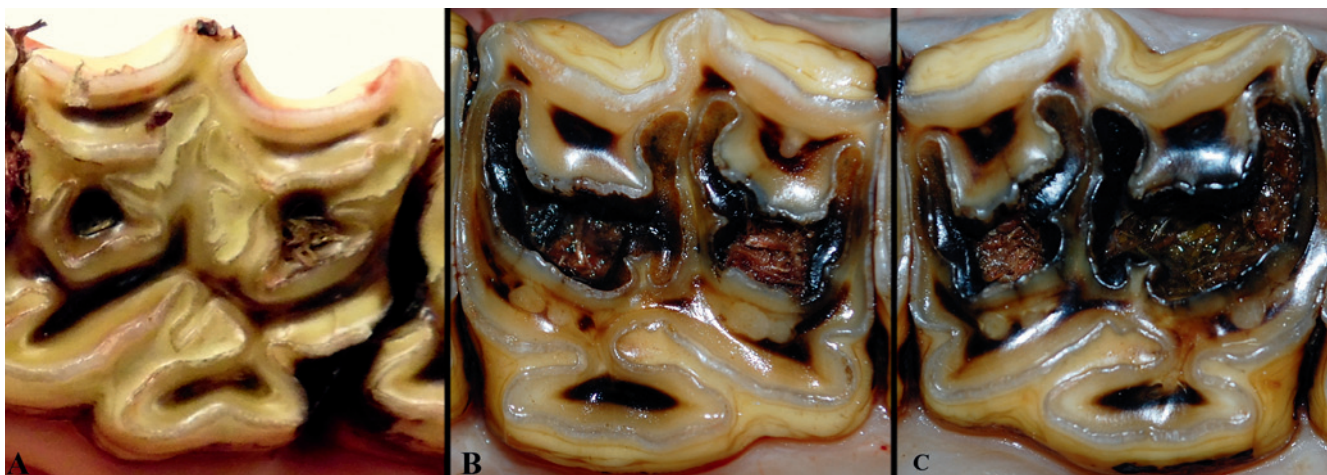
Figuur 5. Kroonfractuur van een mandibulaire maaltand. Met behulp van een orale endoscoop kan een fractuur van een maaltand in beeld gebracht worden. Aan de distolinguale zijde van deze mandibulaire maaltand (409) is er een fragment afgebroken met expositie van pulpa 5 (rode pijl). Onder invloed van de resulterende pulpitis en slijtage van het kauwvlak is ook pulpa 2 geëxposeerd geraakt (witte pijl). Het secundaire dentine is zwart gekleurd en centraal in de tandster is er necrotisch materiaal aanwezig.



Figuur 6. Tandfissuur. Het kauwvlak van deze mandibulaire maaltand bevat twee fissuren. Vaak vertrekken deze fissuren vanuit een tandster (zwarte pijl), wat echter niet altijd het geval is (witte pijl).

donkere (bruin-zwarte) verkleuring van de tandster op het kauwoppervlak en de centrale aanwezigheid van voedselresten. Deze diagnose kan bijkomend bevestigd worden door het aftasten van het kauwoppervlak met een scherp instrument ("dental explorer"). De tip van het instrument kan daarbij in het centrum van een aangetaste tandster vasthaken (Figuur 4). Dergelijke bevindingen laten in aanwezigheid van duidelijke externe tekenen van een tandwortelinfectie (lokale zwelling, fistulatie) de identificatie van het mogelijk betrokken element reeds toe, alvorens aanvullend radiografisch onderzoek dit bevestigt (Casey en Tremaine, 2010; van den Enden en Dixon, 2008).

In aanwezigheid van een apicale infectie identificeerde Ramzan (2009) allerlei subtiele symptomen die door orale scopie kunnen opgepikt worden. De meest voorkomende zijn, naast het open pulpakanaal, retractie van het tandvlees, afzetting van tandsteen op



Figuur 7. Infundibulumnecrose. Afhankelijk van de uitgebreidheid van dit cariësproces kan men een graad toekennen van 1 tot 3 waarbij in oplopende graad enkel het cement (A) aangetast is, bijkomend het email (B) en tot slot ook het dentine (C) betrokken is. Graad 4 wordt toegekend wanneer de tand sagittaal gebroken is, apicaal geïnfecteerd is, of wanneer beide infundibulae met elkaar versmolten zijn.

de klinische kroon ter hoogte van de gingivale rand en kleine fistels in het tandvlees. Bij beperkte fracturen van de klinische kroon, bijvoorbeeld een buccale chipfractuur van een maxillaire kies, kan orale scopie de betrokkenheid van tandsterren en dus expositie van pulpaweefsel detecteren (Figuur 5). Occasioneel worden fissuren in het kauwoppervlak van maaltanden gevonden, waarvan het belang alsnog onduidelijk is (Dixon et al., 2006; Ramzan, 2009) (Figuur 6). Cariës van de maxillaire infundibulae of infundibulumnecrose kan gegradeerd worden op basis van de uitgebreidheid van de aantasting (Dacre, 2005; Erridge et al., 2012; Gere en Dixon, 2010) (Figuur 7). De ernst van deze cariës bepaalt het risico op het ontwikkelen van een pathologische fractuur en/of een apicale infectie, wat de beslissing beïnvloedt om over te gaan tot een infundibulaire restauratie (Pearce, 2012). Orale scopie maakt het finaal mogelijk om de ernst van parodontale problemen te beoordelen en te scoren na het reinigen en verwijderen van voedsel uit interproximale subgingivale pockets (Figuur 8). Het laat ook toe de genezingsevolutie op te volgen na behandeling van deze problematiek (Ramzan, 2009).

Aanvullend kunnen de bovenste luchtwegen beoordeeld worden door een klassieke endoscopie wanneer patiënten aangeboden worden met een vermoeden van secundaire sinusitis door tandpathologie (stinkende unilaterale neusvloeï). Een bijkomende sinusscopie laat toe de inwendige structuren van de paranasale sinussen te visualiseren en het betrokken sinuscompartiment te identificeren (Barakzai, 2011; Perkins en Schumacher, 2011).

Beeldvormingstechnieken voor de diagnose van gebitspathologie

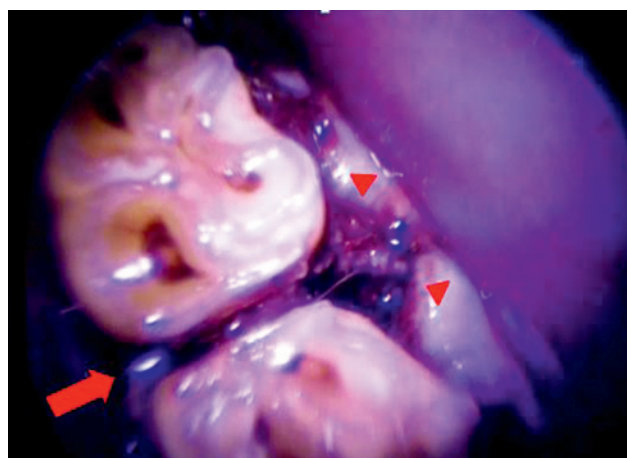
Het radiografisch onderzoek van het paardengebit

Radiografische opnamen van het paardenhoofd zijn een onmisbare aanvulling in de diagnostiek van

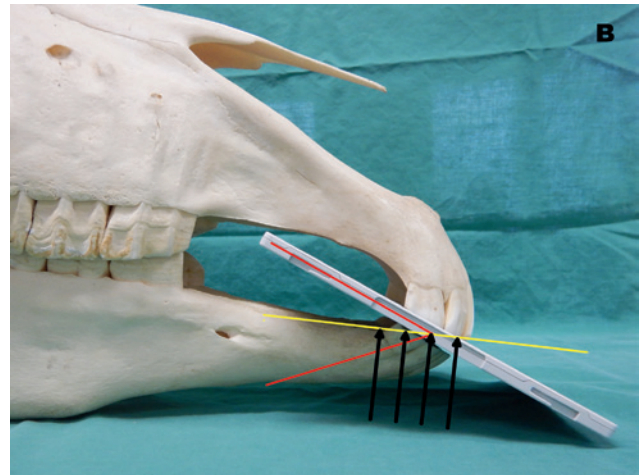
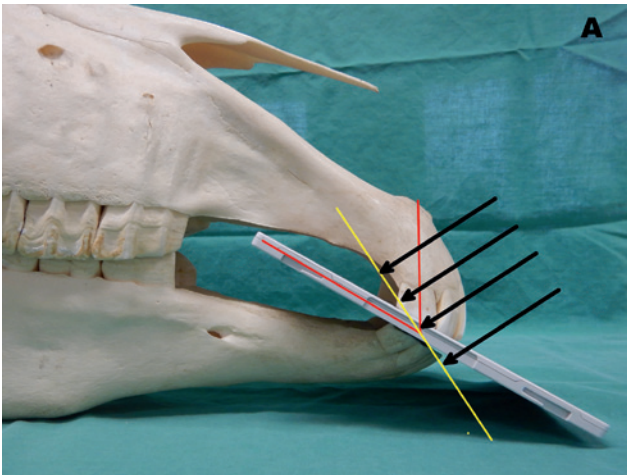
gebitspathologie. Het vergt echter enige oefening om de specifieke regio's van het gebit correct in beeld te brengen en de opnames vervolgens correct te interpreteren. Halsters met metalen sluitingen of ringen moeten vermeden worden, aangezien superimpositie een onderliggende pathologie kan maskeren. Het hoofd wordt bij voorkeur ondersteund met een staander, wat het stabiel positioneren en het bepalen van de juiste projectiehoek vergemakkelijkt (Barakzai, 2011; Baratt, 2013; Easley, 2002; Tremaine, 2012).

Snijtanden en haaktanden

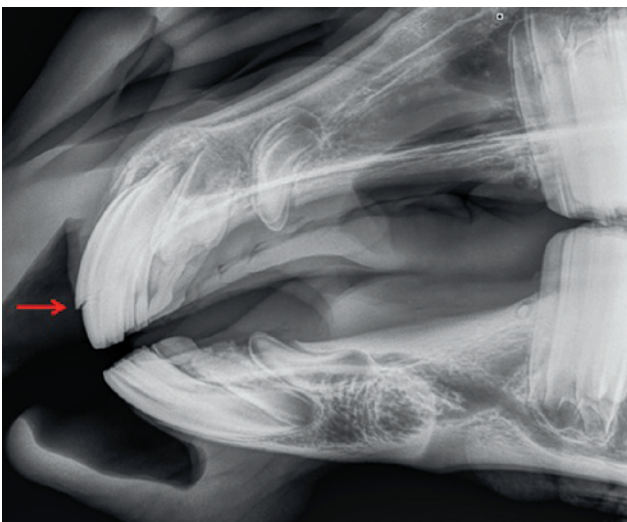
De snijtanden (en haaktanden) worden radiografisch in beeld gebracht door een intraorale opname. Een kleine cassette, bijvoorbeeld 21x27 cm; met beschermhuls, wordt zo ver mogelijk caudaal in de mond ingebracht. De röntgenbuis wordt niet loodrecht



Figuur 8. Parodontitis. De graad van ontsteking van het tandvlees kan goed beoordeeld worden na het verwijderen van het voedsel. Voedselopstapeling in het diastema (rode pijl) heeft een ontsteking en retractie van het tandvlees veroorzaakt waardoor er een diepe parodontale pocket (pijlpunten) ontstaan is.



Figuur 9. De radiografische projectierichting voor een intraorale opname van de snijtanden (en haaktanden). De “bisecting angle”-techniek wordt hier gebruikt om de maxillaire (A) en mandibulaire (B) snijtanden in beeld te brengen. Hiervoor wordt een hoek gemaakt van 90° (zwarte pijlen) ten opzichte van de lijn die de hoek tussen snijtanden en cassette in gelijke helften verdeelt (gele lijn).



Figuur 10. Latero-laterale radiografische opname van snijtanden en lagen. Op het niveau van de gingivale aansluiting met de tand is er een fractuur zichtbaar van de kroon van de snijtanden (rode pijl) met een minimale verplaatsing van de fragmenten naar palataal.



Figuur 11. Links 15° ventraal-rechtsdorsale, schuine radiografische opname. Er is een rudimentaire haaktand aanwezig in de linkerlaag van de mandibula (rode pijl) en in de rechterlaag van de maxilla (groene pijl).

op de cassette gericht, maar 90° op het vlak tussen de cassette en de snijtanden (“bisecting angle”-techniek) (Figuur 9). Om de centrale snijtanden (‘01n en ‘02n) in beeld te brengen, wordt recht op deze tanden gecentreerd. Deze opname kan aangevuld worden met een meer laterale, intraorale projectie om de buitenste snijtanden (‘03n) afzonderlijk in beeld te brengen (Barakzai, 2011; Baratt, 2013). Een standaard latero-laterale (LL) opname vervolledigt de projecties van deze regio (Figuur 10). Om de lagen (en eventuele wolfskiezen) in beeld te brengen, is een laterale, schuine projectie aangewezen. De projectierichting is loodrecht op de lengteas van het hoofd zoals voor een LL-opname maar met een kleine dorsoventrale hoek van $15\text{-}20^\circ$ (Barakzai, 2011) (Figuur 11).

Maaltanden

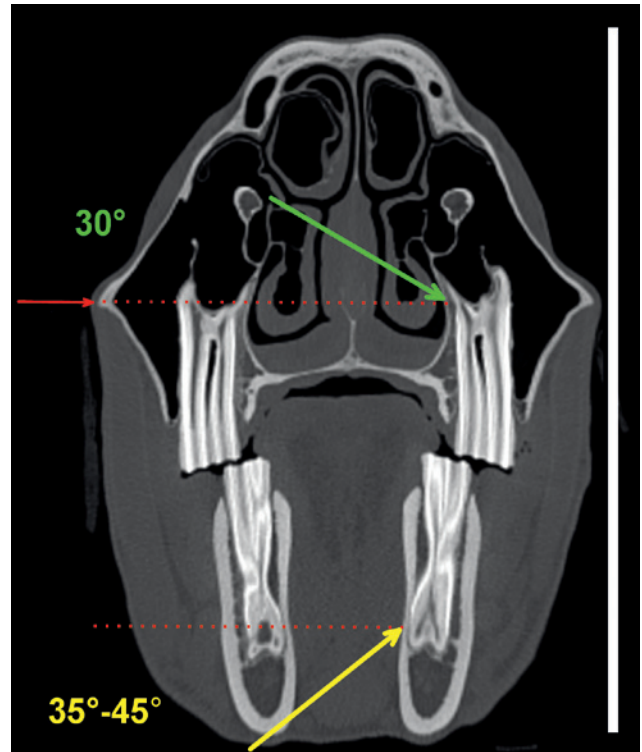
De standaardprojecties om de maaltanden in beeld te brengen zijn de latero-laterale, latero 30° dorsaal-lateroventrale, schuine, latero $35\text{-}45^\circ$ ventraal-latero-dorsale, schuine en dorsoventrale projectie (Barakzai, 2011; Baratt, 2013; Tremaine, 2012). De projectierichting verloopt loodrecht op de lengteas van het hoofd. De cassette wordt parallel tegenover deze lengteas gepositioneerd aan de te onderzoeken zijde van het hoofd. Een goede collimatie is belangrijk om een gedetailleerd beeld te verkrijgen.

De laterolaterale projectierichting is horizontaal en loodrecht op de lengteas van het hoofd en gecentreerd net dorsaal van de punt van de crista facialis.

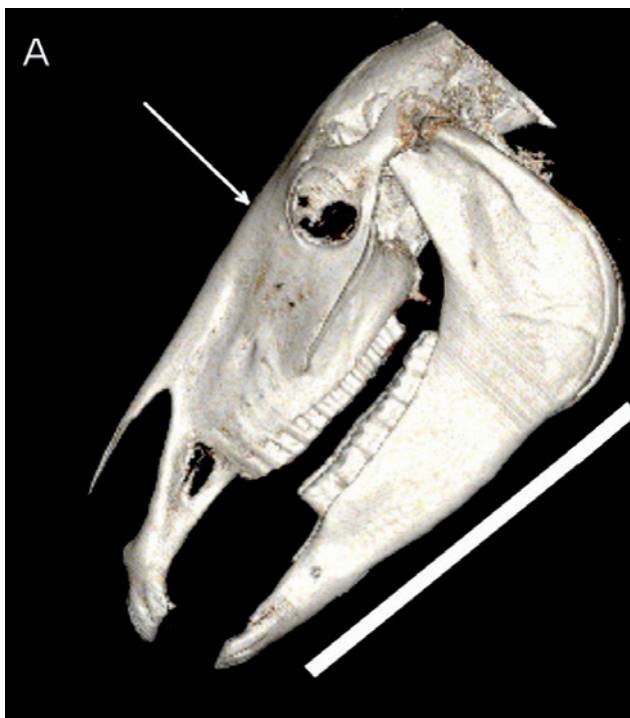
(Figuur 12, 19). Deze opname levert vooral informatie op over de sinusholten, i. e. vloeistoflijn, wekedelendensiteit, etc., maar laat geen differentiatie toe tussen de linker- en rechterhelft van het hoofd. Daarom is deze projectie niet geschikt voor de beoordeling van de apicale zones van de maaltanden (Barakzai, 2011; Baratt, 2013).

De latero30°dorsaal-lateroventrale, schuine en latero35-45°ventraal-laterodorsale, schuine projecties worden genomen om de tandwortels van de respectievelijk maxillaire en mandibulaire maaltanden te beoordelen. Voor de maxillaire maaltanden wordt enkele centimeters dorsaal van het rostrale aspect van de crista facialis gecentreerd (Figuur 12, 18). Een licht caudo-craniaal verschoven projectierichting tegenover de lengteas van het hoofd kan de meer caudaal gelegen tanden beter in beeld brengen. Voor de onderkaak wordt gecentreerd op de regio waarin men geïnteresseerd is, bijvoorbeeld waar de zwelling zich bevindt (Barakzai, 2011; Tremaine, 2012) (Figuur 12, 16, 17).

De röntgenbuis wordt bij de dorsoventrale projectie niet loodrecht op het voorhoofd gericht, maar loodrecht op de ventrale rand van de mandibula waarbij er in de middellijn gecentreerd wordt op het niveau van de mediale ooghoeken. De cassette wordt parallel gehouden met beide zijden van de mandibula en zo ver mogelijk naar caudaal (Figuur 13A). Het is belangrijk dat het hoofd kaarsrecht gehouden wordt om een beeld bruikbaar voor interpretatie te bekomen (Barakzai, 2011). Deze opname laat toe afwijkingen ter hoogte van de ventrale conchale sinus, de neusgangen, het neusseptum en de maxillaire sinuscomplexen te beoordelen (Figuur 13B). Ondanks het feit dat de mandibulaire en maxillaire maaltanden elkaar



Figuur 12. Verschillende radiografische projectierichtingen voor onderzoek van de maaltanden op een transversaal CT-beeld. De cassette (witte rechthoek) bevindt zich aan de aangetaste zijde, parallel met de lengteas van het hoofd. Een latero-laterale projectie (rode pijl) wordt gecentreerd net dorsaal van de punt van de crista facialis. Voor de maxillaire maaltanden (groene pijl) wordt nog iets meer dorsaal van dit punt gecentreerd onder een hoek van 30° van dorsaal naar ventraal. Een mandibulaire projectie (gele pijl) centreert zich op de regio die men in beeld wil brengen, onder een hoek van 35-45° van ventraal naar dorsaal.



Figuur 13. Dorsoventrale radiografische opname. A. De positionering van de cassette en de projectierichting voor een dorsoventrale radiografische opname. B. Het linkersinuscomplex (L) heeft een veralgemeende verhoogde radiopaciteit ten opzichte van het rechtersinuscomplex.

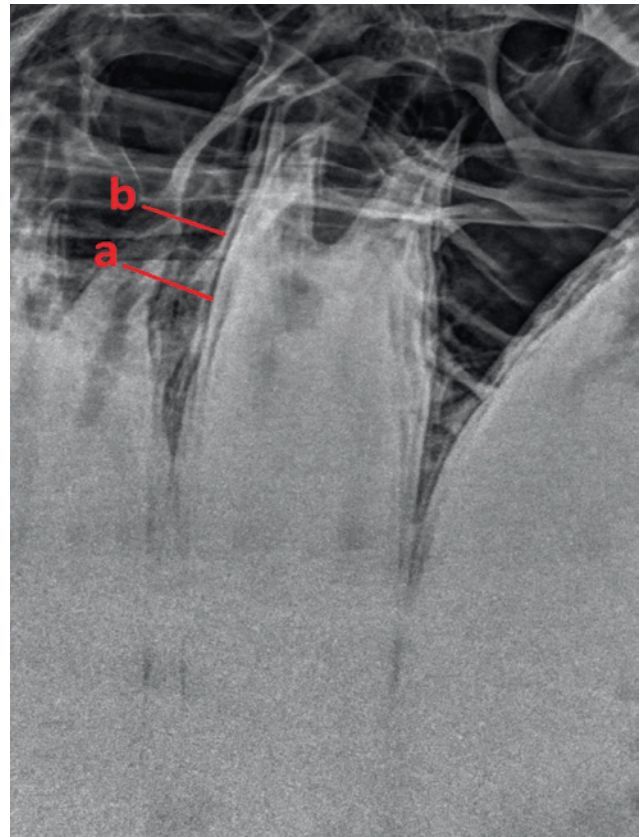
grotendeels overlappen, kan men toch de mediale cortex van de mandibula en het laterale aspect van de maxilla beoordelen. Ook in gevallen van kaakfracturen, verplaatste tanden of zwellingen bij periapicale infecties kan deze opname een goede aanvulling zijn om het onderzoek te vervolledigen (Barakzai, 2011; Baratt, 2013).

Minder courant gebruikte opnames zijn onder andere een dorsoventrale projectie met offset mandibula, schuine opnamen met open mond en intraorale opnames van maaltanden, waarbij een flexibele cassette in de mond wordt aangebracht (Barakzai, 2011; Baratt, 2013; Easley, 2002).

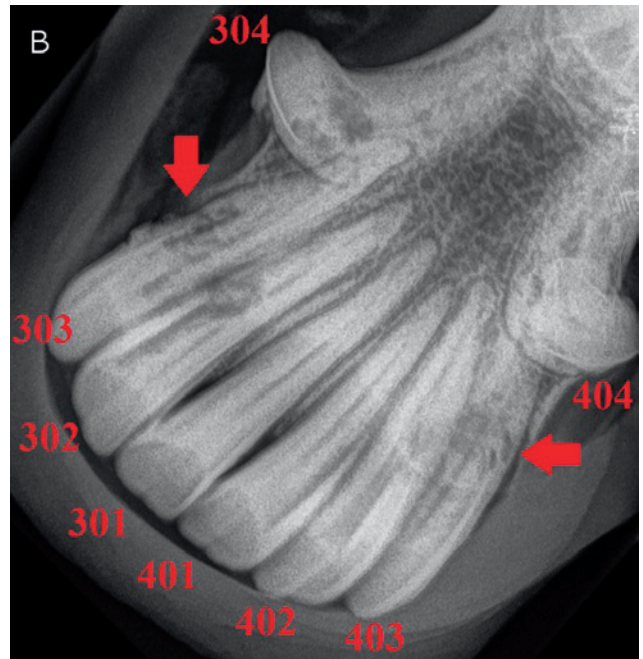
Normale radiografische anatomie

Een tand is een zeer radiodense structuur die gemakkelijk te identificeren is op radiografische opnames. De dunne, radiolucente lijn die de wortel en reservekroon van de paardentand omgeeft, is de parodontale ruimte. Deze wordt op haar beurt afgelijnd door een radiodense lijn, namelijk de lamina dura, of het alveolaire botweefsel (Figuur 14).

De klinische kroon van de snijtanden is bedekt met cement, wat radiografisch zichtbaar is als een radiodense aflijning. Afhankelijk van de leeftijd van het paard is er ter hoogte van de snijtanden al of niet een duidelijk afgelijnde wortel aanwezig die bij jonge dieren een duidelijk open apicaal foramen vertoont. Het wortelkanaal (pulpakanaal) is zichtbaar als een radiolucent lint centraal in de snijtand. Ook het infundibulum van de snijtanden is zichtbaar. Het is kegelvormig



Figuur 14. Normale radiografische anatomie van een maaltand. De apicale zones van de maaltanden worden op een schuine opname beoordeeld. Deze maxillaire maaltand wordt afgelijnd door een dunne radiolucente zone (a) die op haar beurt omringd wordt door een radiodense lijn (lamina dura) (b).



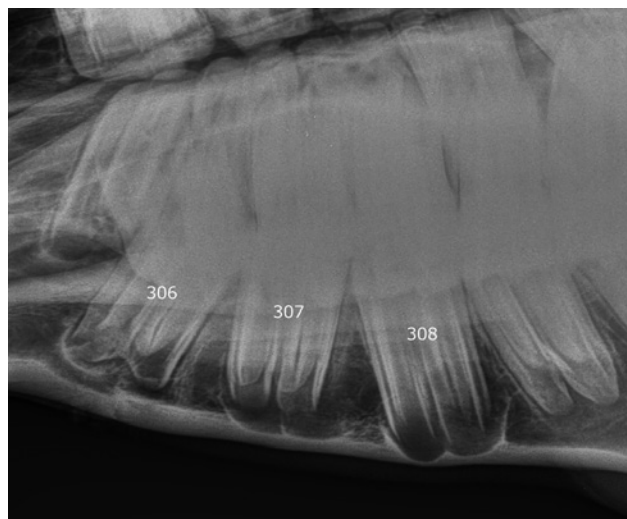
Figuur 15. A. Intra-orale radiografische opname van maxillaire snijtanden. De centrale snijtanden worden goed uitprojecteerd. Zowel het infundibulum (rode pijlpunten) als het pulpakanaal (gele pijlpunten) kunnen geïdentificeerd worden. B. Intra-orale radiografische opname van mandibulaire snij- en haaktanden. De centrale snijtanden ('01) zijn radiografisch normaal. Er is een duidelijk afgelijnde wortel, maar het infundibulum kan niet geïdentificeerd worden waaruit afgeleid kan worden dat het een ouder paard is. Het wortelkanaal (pulpakanaal) is over de hele lengte centraal in de snijtand zichtbaar als een radiolucente lijn. De '03 elementen vertonen duidelijke tekenen van EOTRH. Er is kroonresorptie (rode pijlen) van het middelste derde van de tanden. Ook de haaktand 304 is aangetast.

en afgelijnd door email, waardoor deze structuur opaker is ten opzichte van de rest van de tand (Barakzai, 2011; Baratt, 2013) (Figuur 15).

De apicale zone van een maaltand varieert sterk in functie van de leeftijd van het dier. Bij jonge dieren wordt deze gekenmerkt door een afronding zonder onderscheid van individuele wortels. Naarmate het dier ouder wordt, ontwikkelen deze wortels zich verder. Tijdens het wisselingsproces (2-4 jaar) wordt het radiografisch beeld van vooral mandibulaire premolaren gekenmerkt door een uitgesproken apicale radiolucentie, de afwezigheid van de apicale lamina dura, en het sterk verdunnen tot zelfs onderbroken lijken van de ventrale mandibulaire cortex. Dit is een normaal fysiologisch verschijnsel en wordt aangeduid met de term eruptiecyste (Barakzai, 2011; Tremaine, 2012) (Figuur 16).

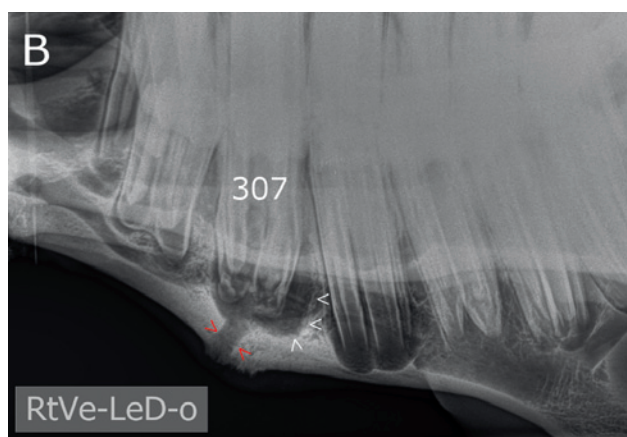
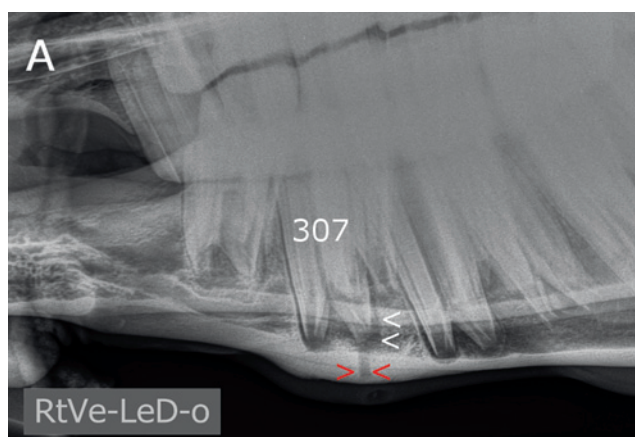
Radiografische veranderingen in aanwezigheid van een apicale infectie

Radiografische veranderingen in een vroeg stadium van periapicale infecties worden gekenmerkt door een verbreding van de parodontale ruimte en het verlies of grillig verloop van de lamina dura (Figuur 17A). Na verloop van tijd ronden de tandwortels af en ondergaat het alveolaire bot lytische veranderingen, waardoor een toegenomen apicale radiolucentie ontstaat (apicale halo). In een chronisch stadium ontwikkelt zich hierrond sclerose door nieuwbeenvorming rond de betrokken alveole (Figuur 17B, Figuur 18). Ook kan zich extra cement (hypercementosis) vormen ter hoogte van de apex van de tandwortel (Baker, 1971; Baratt, 2013, Dacre et al., 2008a; Dacre et al., 2008b; Gibbs en Lane, 1987; Townsend et al., 2009). Correcte identificatie van een geïnfecteerde tand in aanwezigheid van een drainerende fistel kan door het aanbrengen van een metalen probe (Dacre et al., 2008a; Dacre et al., 2008b).

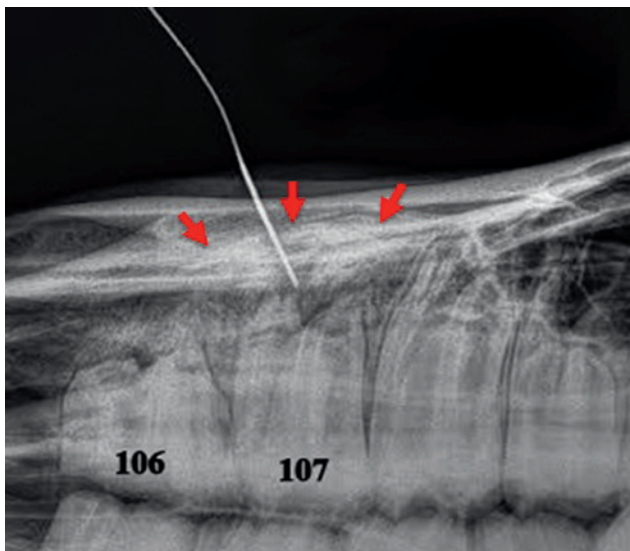


Figuur 16. Rechts35°ventraal-links dorsale, schuine radiografische opname van de premolaren in de linkeronderkaak. De apicale regio van element 308 is uitgesproken radiolucent. De onderliggende cortex is sterk verdund. Dit is typisch voor een zich ontwikkelende tand en wordt een eruptiecyste genoemd.

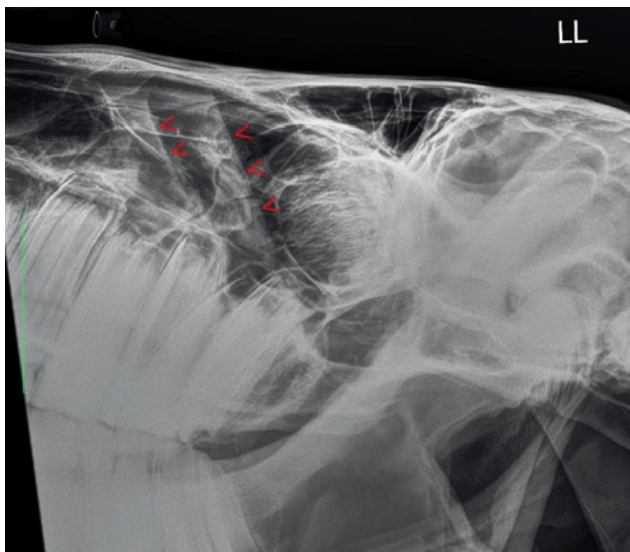
In een studie van Townsend et al. (2009) werden een zeer hoge specificiteit en een matige sensitiviteit voor radiografie bij de diagnose van apicale infecties ter hoogte van de maaltanden aangetoond. Hierbij waren de meest consequente en samenhangende radiografische veranderingen die die enkel zichtbaar zijn in het chronisch stadium, namelijk periapicale sclerose, halovorming (lucentie) en het afronden van de wortels. De veranderingen in het vroege stadium, zoals het verwijden van de parodontale ruimte en het verlies van de lamina dura, werden als minder betrouwbaar bevonden. Er zijn dus niet in elk geval duidelijke radiografische veranderingen zichtbaar, wat het belang van een goed uitgevoerd mondonderzoek onderbouwt en het gebruik van bijkomende beeldvormingstechnieken stimuleert.



Figuur 17. Verschillende stadia van apicale infectie ter hoogte van element 307. In beide gevallen is er fistulatie doorheen de mandibulaire cortex zichtbaar (rode pijlpunten). A. Recenter stadium van apicale infectie. De periodontale ruimte ter hoogte van de distale wortel is verbreed (witte pijlpunten), de ventrale mandibulaire cortex is sclerotisch en verdikt. Rond de apices van element 308 is er eveneens een apicale radiolucentie aanwezig, maar deze eruptiecyste mag niet geïnterpreteerd worden als een apicale infectie. B. Chronisch stadium van apicale infectie: een sterk verbrede periodontale ruimte omgeeft onregelmatig afgelijnde worteltoppen.



Figuur 18. Rechts30°ventraal-linksdorsale, schuine radiografische opname. Een metalen probe werd in een fistelgang ingebracht die uitmondt ter hoogte van de mesiale wortel van element 107. Beide tandwortels zijn ingekort (“blunting”). De periodontale ruimte rond de apices is verwijd, de lamina dura is onregelmatig en er is sclerose (rode pijlen) aanwezig. Er is ook “blunting” van de mesiale wortel van element 106. De periodontale ruimte is ter hoogte van deze zone verwijd en onregelmatig afgelijnd.



Figuur 19. Latero-laterale radiografische opname. De aanwezigheid van een dubbele vloeistoflijn (rode pijlpunten) duidt op de aanwezigheid van vloeistof in de sinus en is indicatief voor sinusitis.

In de bovenkaak kan een apicale infectie van elementen ('08)'09 – '11 aanleiding geven tot de ontwikkeling van sinusitis aangezien de wortels van deze tanden zich in de bodem van de sinus bevinden. Het identificeren van een vloeistoflijn op een latero-laterale radiografische opname is pathognomonisch voor het bestaan van een actieve sinusitis (Figuur 19). In sommige gevallen manifesteert sinusitis zich eerder als een veralgemeende, verhoogde radiopaciteit over

het volledige oppervlak of delen van de aangetaste sinuscompartimenten (Baratt, 2013).

Radiografische veranderingen in aanwezigheid van “equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis” (EOTRH)

Deze progressieve, destructieve aandoening van de snijtanden (en haaktanden) is op basis van verschillende klinische parameters duidelijk te diagnosticeren. Radiografische opnames zijn echter onontbeerlijk om de ernst van de aantasting duidelijk te maken (Baratt, 2013; Earley en Rawlinson, 2013) (Figuur 15B).

Computertomografie

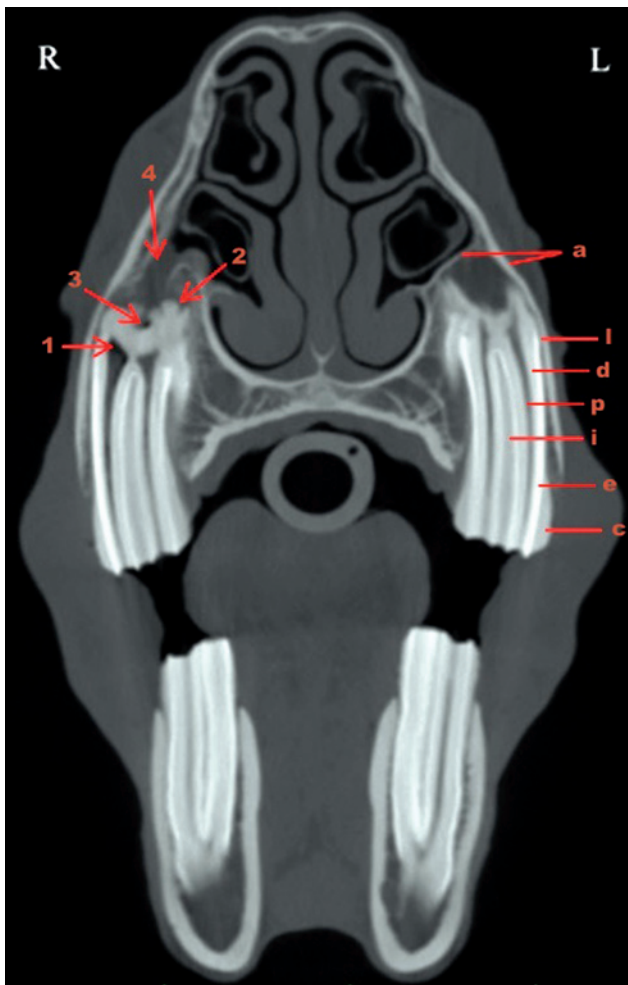
Door de superpositie van verschillende structuren op een tweedimensionaal beeld kan de interpretatie van radiografische opnames van het hoofd sterk bemoeilijkt worden. Om de structuren beter te kunnen beoordelen, kan er daarom in selectieve gevallen een CT-scan van het hoofd gemaakt worden. Hoewel hiervoor meestal een algemene anesthesie noodzakelijk is, zijn er tegenwoordig ook toestellen beschikbaar die toelaten om de scan uit te voeren op het staande, gesedeerde dier. Deze nieuwe mogelijkheid vormt een grote vooruitgang (Townsend et al., 2009). De studies leveren zeer gedetailleerde beelden op waarbij de verschillende structuren in en rond de tand zonder superpositie beoordeeld kunnen worden. CT heeft hierdoor een hogere sensitiviteit en specificiteit voor de diagnose van een apicale infectie dan conventionele radiografie (Baratt, 2013; Solano en Brawer, 2004; Tietje et al., 1996; Windley et al., 2009a).

De kenmerken van een apicale infectie op CT-beelden zijn de aanwezigheid van een hypodense pulpakanaal (Figuur 20), een verhoogde botdichtheid van het pulpakanaal, verbreding van de parodontale ruimte en fragmentatie van de tandwortel. Tandfracturen zijn eenvoudig waar te nemen op een CT-scan waarbij de eventuele betrokkenheid van pulpakanalen kan aangetoond worden. Bij infundibulumnecrose is er een hypodense zone aanwezig in het infundibulum. Dit kan echter ook bij normale tanden gevonden worden (hypoplasie van het infundibulaire cement) en mag dus niet altijd aanzien worden als een pathologie. Een CT-scan is bovendien van grote waarde voor de diagnostiek rond de betrokkenheid van het sinuscomplex in een bestaande infectie. Sinusitis kan zich manifesteren als een verdikking van het sinusvlies alsook door opstapeling van vocht in de verschillende compartimenten (Heninger et al., 2003; Solano en Brawer, 2004; Windley et al., 2009b; Veraa et al., 2010).

Scintigrafie

Infectieuze problemen (apicale infectie) van het gebit kunnen eveneens in beeld gebracht worden door middel van een scintigrafisch onderzoek, waar-

bij hogere concentraties van intraveneus toegediende, radioactieve isotopen zich bevinden ter hoogte van zones met verhoogde bot-turn-over zoals bij inflammatoire processen, bijvoorbeeld bij parodontitis en sinusitis, de zogenaamde “hot spots”. Deze techniek heeft een heel hoge sensitiviteit en een gemiddelde specificiteit (Weller et al. 2001). Op basis van een verhoogde opname kan echter geen diagnose gesteld worden, omdat deze niet specifiek is voor één welbepaalde pathologie. Een bijkomende moeilijkheid om



Figuur 20. Transversaal CT-beeld in botvenster ter hoogte van de 07's. De mandibulaire maaltanden en de linker maxillaire maaltand in deze studie zijn normaal. Alle bouwstenen van de tand hebben een andere densiteit. Van buiten naar binnen worden het hypodense cement (c), het hyperdense email (e) en daaronder het minder dense dentine (d) dat de hypodense pulpakanaal (p) aflijnt, aangetroffen. In de maxillaire maaltanden kunnen de infundibulae (i) duidelijk afgeijnd worden. Het periodontale ligament (l) is zichtbaar als een dunne lijn die de tand van het alveolaire bot (a) scheidt. De rechter maxillaire maaltand vertoont duidelijk de typische kenmerken van een apicale infectie. Er is een verbreding van het pulpakanaal en er is een lucht opaciteit (1) aanwezig in het pulpakanaal. De worteltoppen zijn afgestompt (2), er is lucht opaciteit (3) aanwezig in de periodontale ruimte en het alveolaire bot is onderbroken (4).

deze beelden te interpreteren is de verhoogde opname in het alveolaire bot naarmate het paard ouder wordt, wat inhoudt dat er leeftijdsgebonden verschillen zijn (Archer et al., 2003; Barakzai et al., 2006). Een nadeel van deze techniek is het uiterst gespecialiseerde materiaal en de specifieke voorzieningen die vereist zijn om met radioactief materiaal te werken (Weller et al., 2001). Toch is deze onderzoeksmethode een goede aanvulling wanneer radiografieën niet afdoend zijn. Weller et al. (2001) beschreven namelijk dat er één week na infectie al veranderingen kunnen waargenomen worden op scintigrafie. Wanneer de resultaten van een scintigrafie vervolgens samengelegd worden met deze van een radiografisch onderzoek, wordt er zowel een hoge sensitiviteit als specificiteit bekomen.

Magnetic Resonance Imaging (MRI)

Deze beeldvormingstechniek maakt gebruik van magneetvelden en radiogolven, die vervolgens omgezet worden in beelden. Er is weinig literatuur voorhanden over MRI in de tandheelkunde aangezien de conventionele MRI voornamelijk geschikt is om de weke delen in beeld te brengen en harde structuren die geen waterstof bevatten, zoals de tand, hypointens of zwart blijven. Hövener et al. (2012) zijn erin geslaagd om de tand en zijn inwendige structuren zeer gedetailleerd in beeld te brengen in een ex-vivostudie. Dit is tot op heden echter niet mogelijk op een volledig paardenhoofd. Het is wel mogelijk om het endodontisch complex te beoordelen met MRI. Een aangetaste pulpa wordt geïdentificeerd als een vergroot pulpakanaal dat onregelmatig afgeijnd is. Bovendien heeft het een lagere intensiteit (Gerlach et al., 2013). MRI zou in de toekomst verdere mogelijkheden kunnen openen voor de diagnostiek van pulpitis en het nut van endodontische behandelingen ondersteunen (Hövener et al., 2012).

LITERATUUR

- Archer, D. C., Blake, C. L., Singer, E. R., Boswell, J. C., Cotton, J. C., Edwards, G. B., Proudman, C. J. (2003). Scintigraphic appearance of selected diseases of the equine head. *Equine Veterinary Education* 15, 305-313.
- Baker G.J. (1971). Some aspects of equine dental radiology. *Equine veterinary journal* 3, 46-51.
- Barakzai S.Z., (2011). Dental imaging. In: Baker G.J., Easley J. (editors). *Equine Dentistry*. 2nd Edition, 99-109.
- Barakzai S., Tremaine H., Dixon P.M., (2006). Use of scintigraphy for diagnosis of equine paranasal sinus disorders. *Veterinary Surgery* 35, 94-101.
- Baratt R. (2013). Advances in equine dental radiology. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 29, 367-395.
- Bennet D.G., (2011). Bits, bridles and accessories. In: Easley J., Dixon P.M., Schumacher J. (editors). *Equine Dentistry*. 3rd Edition, 85-96.
- Casey M.B., Tremaine W.H., (2010). The prevalence of secondary dental lesions in cheek teeth from horses with

- clinical signs of pulpitis compared to controls. *Equine Veterinary Journal* 42, 30–36.
- Dacre I.T., (2005). Equine dental pathology. In: Baker G.J., Easley J., (editors). *Equine Dentistry*. 2nd Edition, 99–109.
- Dacre I.T., Kempson S., Dixon P.M., (2008a). Pathological studies of cheek teeth apical infections in the horse. *The Veterinary Journal* 178, 341–351.
- Dacre I.T., Kempson S., Dixon P.M., (2008b). Pathological studies of cheek teeth apical infections in the horse. *The Veterinary Journal* 178, 352–363.
- Dixon P.M., (2011). Disorders of development and eruption of the teeth and developmental craniofacial abnormalities. In: Easley J., Dixon P.M., Schumacher J. (editors). *Equine Dentistry*. 3rd Edition, 99–113.
- Dixon P.M., Dacre I.T., (2005). A review of equine dental disorders. *The Veterinary Journal* 169, 165–187.
- Dixon P.M., Dacre I., Kempson S., Smith L., (2006). Idiopathic cheek teeth fractures, including practice-based and hospital-based surveys. *American Association of Equine Practitioners, Volume 52*.
- Dixon P.M., Tremaine W.H., Pickles K., Kuhns L., Hawe C., McCann J., McGorum B., Railton D.I., Brammer S., (1999). Equine dental disease. Part 1: a long-term study of 400 cases: disorders of incisor, canine and first premolar teeth. *Equine Veterinary Journal* 31, 369–377.
- Earley E., Rawlinson J.T., (2013). A new understanding of oral and dental disorders of the equine incisor and canine teeth. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 29, 273–300.
- Easley J., (2002). A new look at dental radiography. In: *Proceedings of the 48th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*. American Association of Equine Practitioners, 412–420.
- Easley J., Tremaine W.H., (2011). Dental and oral examination. In: Easley J., Dixon P.M., Schumacher J. (editors). *Equine Dentistry*. 3rd Edition, 185–198.
- Erridge M.E., Cox A.L., Dixon P.M., (2012). A histological study of peripheral dental caries of equine cheek teeth. *Journal of Veterinary Dentistry* 29, 150–156.
- Gere I., Dixon P.M., (2010). Post mortem survey of peripheral dental caries in 510 Swedish horses. *Equine Veterinary Journal* 42, 310–315.
- Gerlach, K., Ludewig, E., Brehm, W., Gerhards, H. and Delling, U. (2013) Magnetic Resonance imaging of pulp in normal and diseased equine cheek teeth. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 54, 48–53.
- Gibbs C., Lane J.G. (1987). Radiographic examination of the facial, nasal and paranasal sinus regions of the horse. *Equine Veterinary Journal* 19, 474–482.
- Gieche J.M., Moyer W.A., (2010). How to assess the equine periodontium. *American Association of Equine Practitioners*, 441–449.
- Henninger W., Frame E.M., Willmann M., Simhofer H., Malleczek D., Kneissl S.M., Mayrhofer E., (2003). CT features of alveolitis and sinusitis in horses. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 44, 269–276.
- Hövenner J.B., Zwick S., Leupold J., Eisenbeib A.K., Scheifele C., Schellenberger F., Hennig J., Elverfeldt D., Ludwig U., (2012). Dental MRI: imaging of soft and solid components without ionizing radiation. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 36, 841–846.
- Muylle S., (2011). Aging. In: Easley J., Dixon P.M., Schumacher J. (editors). *Equine Dentistry*. 3rd Edition, 85–96.
- Muylle S., Simoens P., Lauwers H., (1996). Ageing horses by an examination of their incisor teeth: an (im)possible task? *Veterinary Record* 138, 295–301.
- Pearce CJ, (2012). Equine cheek teeth infundibular restorations: long-term follow up results in 223 procedures in 92 horses. *Equine Veterinary Journal Limited*, 103–107.
- Perkins J.D., Schumacher J., (2011). Ancillary diagnostic techniques. In: Easley J., Dixon P.M., Schumacher J. (editors). *Equine Dentistry*. 3rd Edition, 231–237.
- Pollaris E., Vlaminck L., (2015). Tandheelkunde bij het paard in de 21e eeuw - Deel 1. Afwijkingen van het paardengebit. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 84, 223–231.
- Ramzan P.H., (2009). Oral endoscopy as an aid to diagnosis of equine cheek tooth infections in the absence of gross oral pathological changes: 17 cases. *Equine Veterinary Journal* 41, 101–106.
- Rucker B.A., (2004). Equine cheek teeth angle of occlusion: how to calculate and clinical use for incisor shortening. *Equine Veterinary Education* 16, 137–142.
- Simhofer H., Griss R., Zetner K., (2008). The use of oral endoscopy for detection of cheek teeth abnormalities in 300 horses. *The Veterinary Journal* 178, 396–404.
- Solano M., Braver R.S., (2004). CT of the equine head: technical considerations, anatomical guide, and selected diseases. *Clinical Techniques in Equine Practice* 3, 374–388.
- Tietje S., Becker M., Böckenhoff G., (1996). Computed tomographic evaluation of head diseases in the horse: 15 cases. *Equine Veterinary Journal* 28, 98–105.
- Townsend N.B., Barakzai S.Z., Nelson A.H., (2009). An investigation into the sensitivity and specificity of standing computed tomography in the diagnosis of dental associated sinusitis in 27 horses. In: *Proceedings of the 48th BEVA Congress*. *Equine Veterinary Journal Ltd.*, 240.
- Tremaine W. H., (2005). Dental endoscopy in the horse. *Clinical Techniques in Equine Practice* 4, 181–187.
- Tremaine H. (2012). A modern approach to equine dentistry. *In Practice* 34, 114–127.
- Veraa S., Voorhout G., Klein W.R., (2010). Computed tomography of the upper cheek teeth in horses with infundibular changes and apical infection. *Equine Veterinary Journal* 41, 872–876.
- Van den Enden M.S.D., Dixon P.M., (2008). Prevalence of occlusal pulpar exposure in 110 equine cheek teeth with apical infections and idiopathic fractures. *The Veterinary Journal* 178, 364–371.
- Weller R., Livesey L., Maierl J., Nuss K., Bowen I.M., Cauvin E.R., Weaver M., (2001). Comparison of radiography and scintigraphy in the diagnosis of dental disorders in the horse. *Equine Veterinary Journal* 33, 49–58.
- Windley, Z., Weller, R., Tremaine, W. H., Perkins, J. D. (2009a). Two and three dimensional computed tomographic anatomy of the enamel, infundibulae and pulp of 126 equine cheek teeth. Part 1: Findings in teeth without macroscopic occlusal or computed tomographic lesions. *Equine Veterinary Journal* 41, 433–440.
- Windley, Z., Weller, R., Tremaine, W. H., Perkins, J. D. (2009b). Two and three dimensional computed tomographic anatomy of the enamel, infundibulae and pulp of 126 equine cheek teeth. Part 2: Findings in teeth with macroscopic occlusal or computed tomographic lesions. *Equine Veterinary Journal* 41, 441–447.