



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE MEDICO-VETERINARIE
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO IN MEDICINA VETERINARIA

DIAGNOSTICA PER IMMAGINI DEL CRANIO DEL CAVALLO **DIAGNOSTIC IMAGING OF THE EQUINE SKULL**

Relatore
Prof. Giacomo GNUDI

Laureanda
Giulia DALLA PIAZZA

ANNO ACCADEMICO 2025/2026

Indice

Abstract	1
Premessa	2
1 Anatomia radiografica e principali proiezioni del cranio equino	3
1.1 Introduzione.....	3
1.2 Divisione anatomica e strutture ossee principali.....	4
1.3 Cavità nasali	4
1.4 Seni paranasali e rapporti topografici.....	5
1.4.1 Seno concfrontale e seno mascellare caudale: il sistema frontomascellare	6
1.4.2 Seni mascellari	7
1.5 Orbita e strutture associate.....	7
1.6 Anatomia radiografica dei denti guanciali	8
1.7 Le tasche gutturali: anatomia e rapporti neurovascolari	10
1.8 Anatomia dell'articolazione temporomandibolare (ATM) e correlazioni radiografiche	11
1.9 Principi di interpretazione dell'anatomia radiografica del cranio equino	12
1.10 Tecnica radiografica del cranio equino: preparazione del paziente e acquisizione dell'immagine.....	13
1.11 Principali proiezioni radiografiche del cranio equino	14
1.11.1 Proiezione laterolaterale (LL)	14
1.11.2 Proiezioni dorsoventrali (DV) e ventrodorsali (VD)	14
1.11.3 Proiezioni oblique.....	15
1.11.4 Proiezioni complementari dell'ATM	15
1.11.5 Proiezione skyline secondo Ramzan et al. (2008)	16
2 Patologie della base scheletrica	18
2.1 Inquadramento generale.....	18
2.2 Malformazione occipito-atlanto-assiale (OAAM)	18
2.3 Lesioni traumatiche della base cranica.....	19
2.3.1 Meccanismi traumatici e fisiopatologia	19
2.3.2 Fratture occipitali.....	20
2.3.3 Fratture dell'osso temporale.....	21
2.3.4 Diagnostica per immagini delle fratture.....	22
2.4 Osteoartropatia temporoioidea	24
2.4.1 Definizione ed eziopatogenesi.....	24
2.4.2 Alterazioni ossee e complicanze	25
2.4.3 Manifestazioni cliniche	26
2.4.4 Diagnostica	27
2.5 Coinvolgimento neoplastico della base cranica.....	29
3 Patologie delle cavità nasali.....	31
3.1 Classificazione delle principali patologie sinonasali	31
3.2 Protocollo radiografico e proiezioni per il distretto sinonasale	31
3.3 Segni radiografici patologici e semeiotica radiologica	33
3.4 Diagnostica per immagini avanzata e integrazione con l'endoscopia	33
3.4.1 Tomografia computerizzata (TC)	33
3.4.2 Risonanza magnetica (RM)	35
3.4.3 Endoscopia delle cavità nasali e correlazione con i reperti di imaging.....	36
3.5 Principali patologie delle cavità nasali e relativi reperti di imaging	37

3.5.1	Cisti sinusali	37
3.5.2	Ematoma etmoidale progressivo (PEH)	38
3.5.3	Neoplasie delle cavità nasali.....	39
3.5.4	Processi infiammatori, infettivi e granulomatosi.....	40
4	Patologie dentarie	42
4.1	Approccio diagnostico e ruolo della diagnostica per immagini	42
4.2	Patologie pulpari e apicali dei denti guanciali	43
4.3	Malattia parodontale e diastemi	44
4.4	Carie dentaria.....	45
4.4.1	Carie infundibolare	45
4.4.2	Carie periferica	46
4.5	Fratture dentarie	47
4.6	Patologie dello sviluppo e dell'eruzione dentaria	49
4.7	Riassorbimento odontoclastico e ipercementosi del cavallo (EOTRH).....	50
4.8	Patologie dentarie associate ai seni paranasali	51
5	Esame ecografico del cranio equino	53
5.1	Tecnica ecografica e criteri di interpretazione.....	53
5.2	Valutazione ecografica delle strutture ossee superficiali e dell'articolazione temporomandibolare (ATM).....	54
5.3	Ruolo dell'esame ecografico nella regione sinonasale e dei seni paranasali	56
5.4	Tumefazioni e lesioni dei tessuti molli cranio-facciali.....	56
5.5	Procedure ecoguidate	57
5.6	Limiti dell'esame ecografico e integrazione con le altre metodiche	58
6	Diagnostica per immagini dell'occhio e dell'orbita del cavallo	60
6.1	Tecnica ecografica e aspetto normale dell'occhio e dell'orbita	60
6.2	Principali alterazioni intraoculari valutabili mediante ecografia	61
6.3	Alterazioni dello spazio retrobulbare e dell'orbita	62
6.4	Traumi e fratture orbitarie.....	64
6.5	Ruolo della tomografia computerizzata (TC) e della risonanza magnetica (RM) e integrazione delle metodiche	65
7	Diagnostica per immagini delle ghiandole salivari del cavallo	67
7.1	Tecnica ecografica e aspetto normale delle ghiandole salivari maggiori	67
7.2	Sialoadenite e processi ascessuali	68
7.3	Ostruzione dei dotti e sialolitiasi	69
7.4	Masse e neoplasie delle ghiandole salivari	70
7.5	Ruolo delle metodiche complementari e integrazione diagnostica.....	71
8	Diagnostica per immagini delle tasche gutturali.....	73
8.1	Approccio diagnostico e ruolo delle principali metodiche	73
8.2	Empiema e condroidi	74
8.3	Timpanismo delle tasche gutturali	75
8.4	Micosi delle tasche gutturali e ruolo dell'imaging nella gestione dell'emorragia	77
8.5	Masse espansive che coinvolgono le tasche gutturali	79
	Conclusioni.....	80
	Bibliografia.....	81

Abstract

Diagnostic imaging of the equine skull is particularly challenging because of the anatomical complexity of this region, where multiple osseous structures, air-filled cavities, dental elements and soft tissues are closely related and frequently superimposed on conventional radiographic images. This thesis provides a literature-based review of the main imaging techniques used for the evaluation of the equine skull, with the aim of describing their applications, advantages and limitations in relation to the different anatomical regions and pathological conditions.

The work first addresses normal radiographic anatomy and the principal radiographic projections of the equine skull, followed by the imaging features of disorders affecting the skull base, nasal cavities and paranasal sinuses, dental structures, eye and orbit, salivary glands and guttural pouches. Particular attention is given to the complementary role of radiography, computed tomography, ultrasonography and magnetic resonance imaging, as well as to the contribution of endoscopy in selected anatomical regions.

Radiography remains an important first-line technique because of its availability and diagnostic value for osseous structures, dentition and air-filled cavities, although anatomical superimposition represents a major limitation. Computed tomography provides a more accurate assessment of lesion location, extent and anatomical relationships, particularly in complex osseous, dental and sinonasal disorders. Ultrasonography is especially useful for superficial structures and accessible soft tissues, whereas magnetic resonance imaging has a more selective role in soft-tissue characterization. Overall, an integrated imaging approach, tailored to the anatomical region and the suspected pathological process, provides a more complete diagnostic assessment of equine cranial disorders.

Premessa

La diagnostica per immagini riveste un ruolo fondamentale nella valutazione delle patologie del cranio equino e comprende metodiche differenti, la cui utilità varia in relazione al distretto anatomico e al processo patologico considerato. La scelta e l'integrazione delle diverse tecniche rappresentano pertanto un aspetto centrale dell'iter diagnostico.

Il presente lavoro si propone di esaminare, attraverso una revisione della letteratura, le principali applicazioni della diagnostica per immagini nello studio del cranio del cavallo. Dopo una prima parte dedicata all'anatomia radiografica e alle principali proiezioni del cranio equino, vengono prese in considerazione le patologie della base scheletrica, delle cavità nasali e dei seni paranasali e dell'arcata dentaria. Successivamente vengono approfondite le applicazioni dell'esame ecografico del cranio e la diagnostica per immagini dell'occhio e dell'orbita, delle ghiandole salivari e delle tasche gutturali, evidenziando per ciascun distretto il contributo e i principali limiti delle differenti metodiche.

1 Anatomia radiografica e principali proiezioni del cranio equino

1.1 Introduzione

Il cranio equino rappresenta una struttura scheletrica molto complessa a causa della sua anatomia, caratterizzata dalla presenza di numerose strutture ossee, cavità pneumatiche e componenti dentarie, strettamente correlate fra loro. Questa regione, oltre ad accogliere e proteggere encefalo e organi di senso (vista, olfatto, udito ed equilibrio), rappresenta anche l'ingresso principale degli apparati respiratorio e digerente (Dyce et al., 2010).

La presenza di numerose strutture in uno spazio relativamente ristretto e la loro sovrapposizione rendono spesso difficoltosa la valutazione diagnostica delle singole componenti anatomiche mediante radiografia convenzionale. Le metodiche tomografiche, come la tomografia computerizzata (TC) e la risonanza magnetica (RM), consentono infatti una valutazione dettagliata delle strutture craniche, evitando la sovrapposizione anatomica che caratterizza l'acquisizione radiografica. In particolare, la TC permette l'acquisizione di sottili sezioni trasverse successivamente ricostruibili in differenti piani e una rappresentazione dettagliata delle strutture ossee della testa; la RM, invece, offre una migliore differenziazione dei tessuti molli (Manso-Díaz et al., 2021).

Per poter interpretare correttamente un radiogramma del cranio equino è indispensabile una profonda conoscenza anatomica macroscopica e della sua corrispondenza radiografica ed è altresì fondamentale tenere conto delle profonde variazioni anatomiche legate all'età dell'animale. Durante la crescita, infatti, il massiccio facciale si allunga e si approfondisce in relazione allo sviluppo della dentizione e alla progressiva espansione dei seni paranasali, determinando modificazioni dei rapporti anatomici del distretto cranio-facciale (Butler et al., 2008; Dyce et al., 2010).

Alla luce di tali caratteristiche anatomiche e delle peculiarità della metodica radiografica, risulta fondamentale conoscere l'organizzazione del cranio equino e le principali proiezioni utilizzate nella pratica clinica, che verranno descritte nei paragrafi successivi.

1.2 Divisione anatomica e strutture ossee principali

Anatomicamente, il cranio viene suddiviso in due grandi porzioni ossia il neurocranio (o parte neurale) caudalmente e lo splancnocranio (o parte facciale) rostralmente, che rappresentano rispettivamente la componente deputata alla protezione dell'encefalo e quella coinvolta nella formazione delle cavità nasali e orale (Dyce et al., 2010).

Il neurocranio comprende le strutture ossee che delimitano la cavità cranica e che forniscono protezione all'encefalo. Esso è costituito dall'osso occipitale, sfenoide, etmoide, frontale, parietale e temporale. Queste ossa contribuiscono inoltre alla formazione di cavità, canali e forami attraverso cui decorrono strutture nervose e vascolari che mettono in relazione il cranio con le strutture circostanti (Dyce et al., 2010).

Lo splancnocranio comprende invece le strutture ossee che partecipano prevalentemente alla formazione del massiccio facciale e alla delimitazione delle cavità nasali e orale. Ne fanno parte, tra le principali, le ossa nasali, lacrimali, zigomatiche, mascellari, incisive, palatine e pterigoidee, il vomere, le conche nasali e la mandibola. La particolare disposizione di queste strutture determina la complessa organizzazione anatomica della porzione rostrale del cranio equino, caratterizzata dalla stretta relazione tra cavità nasali, seni paranasali, apparato dentario e strutture orbitarie (Dyce et al., 2010).

1.3 Cavità nasali

Le cavità nasali del cavallo rappresentano la parte iniziale delle vie respiratorie superiori e si estendono dalle narici fino alle coane, attraverso le quali comunicano caudalmente con il rinofaringe. Sono separate longitudinalmente dal setto nasale, prevalentemente cartilagineo e ossificato nella porzione più caudale (Dyce et al., 2010).

All'interno delle cavità nasali, si trovano le conche nasali dorsale e ventrale, sottili lamine ossee ripiegate; nella regione caudale sono invece presenti numerose conche etmoidali. Le conche principali suddividono ciascuna cavità nasale nei meati dorsale, medio e ventrale, collegati medialmente al meato comune, adiacente al setto nasale (Dyce et al., 2010).

Dal punto di vista radiografico, la valutazione delle cavità nasali richiede l'integrazione di proiezioni laterolaterali e dorsoventrali o ventrodorsali. Le proiezioni dorsoventrali e

ventrodorsali risultano particolarmente utili per confrontare i due lati e verificare il decorso del setto nasale, che fisiologicamente deve apparire rettilineo e sulla linea mediana, visualizzazione che risulta invece impossibile con una proiezione laterolaterale, nella quale le cavità nasali risultano sovrapposte tra loro ed ai seni paranasali, condizione che limita la valutazione separata delle strutture dei due lati (Weller, 2010).

Le conche etmoidali sono riconoscibili, rostralmente al neurocranio, come delicate strutture ossee spiraliformi, parzialmente sovrapposte ai seni paranasali e alle orbite; la loro valutazione deve pertanto comprendere sia la proiezione laterolaterale sia quelle dorsoventrali o ventrodorsali (Weller, 2010).

1.4 Seni paranasali e rapporti topografici

I seni paranasali del cavallo costituiscono un esteso sistema di cavità pneumatiche del massiccio facciale, strettamente correlato alle cavità nasali e all'apparato dentario. Il loro sviluppo prosegue dopo la nascita; in particolare, i seni mascellari aumentano progressivamente di volume con l'estrusione dei denti guanciali, modificando nel tempo i propri rapporti con gli elementi dentari (Dyce et al., 2010).

Su ciascun lato del cranio, il sistema dei seni paranasali comprende il seno concofrontale, i seni mascellari, rostrale e caudale, e il seno sfenopalatino, cui si associano spazi pneumatici della regione etmoidale di minore estensione (Dyce et al., 2010).

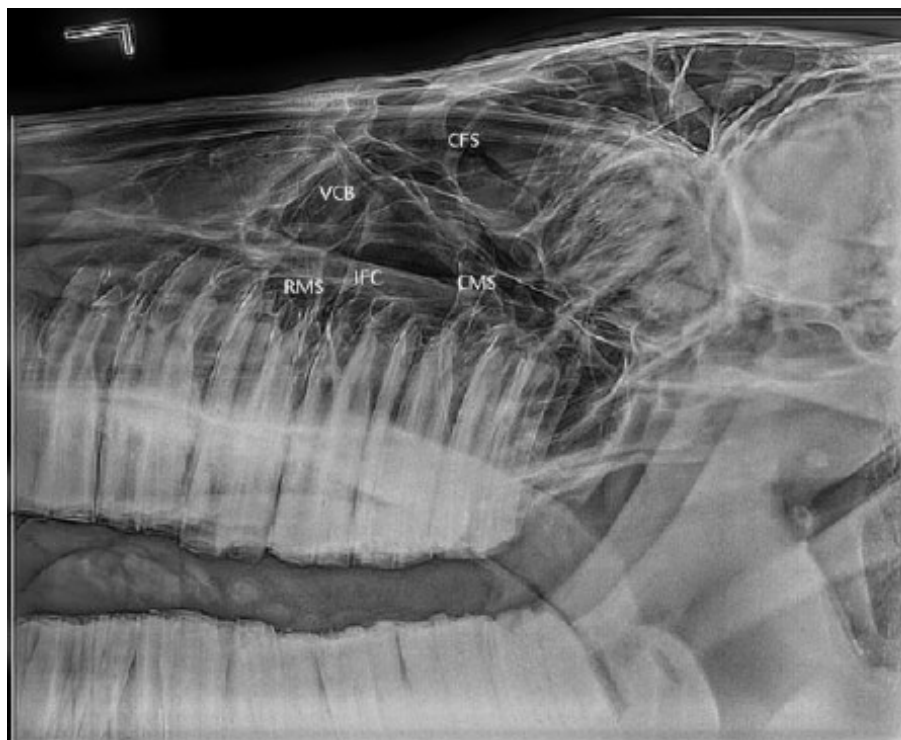


*Figura 1.1. Proiezione radiografica laterolaterale del cranio equino con identificazione dei principali compartimenti sinusali: seno concofrontale (CFS), seno mascellare caudale (CMS), seno mascellare rostrale (RMS) e bolla concale ventrale (VCB). È inoltre identificabile il canale infraorbitario (IFC). Immagine tratta dalla Figura 1 di Limone & Baratt (2018) in *Dental Radiography of the Horse, Journal of Veterinary Dentistry*.*

Dal punto di vista radiografico, il contenuto aereo dei seni paranasali determina un elevato contrasto con le sottili pareti ossee circostanti: le cavità sinusali appaiono pertanto prevalentemente radiotrasparenti, delimitate da strutture ossee radiopache. La proiezione laterolaterale consente di visualizzare la maggior parte dei compartimenti sinusali, sebbene la sovrapposizione delle strutture dei due lati del cranio ne impedisca una valutazione separata (Weller, 2010).

1.4.1 Seno concofrontale e seno mascellare caudale: il sistema frontomascellare

Il seno frontale occupa la porzione dorsale del cranio, medialmente all'orbita, e si estende nella porzione caudale chiusa della conca nasale dorsale; l'insieme delle due componenti costituisce il seno concofrontale che presenta rapporti con la cavità cranica, la cavità nasale e il sistema mascellare attraverso il seno mascellare caudale (Dyce et al., 2010).

La comunicazione con il seno mascellare caudale avviene attraverso l'apertura frontomascellare, localizzata nella porzione rostrolaterale del pavimento della componente frontale (Dyce et al., 2010).

Radiograficamente, la componente frontale del seno concofrontale è riconoscibile come un'area radiotrasparente di forma approssimativamente triangolare, situata dorsalmente alla regione etmoidale e rostralmente alla cavità cranica (Weller, 2010).

1.4.2 Seni mascellari

I seni mascellari occupano complessivamente una larga parte della mascella e sono completamente distinti in un compartimento rostrale e uno caudale da un setto obliquo (Dyce et al., 2010).

I seni mascellari presentano uno stretto rapporto con i denti guanciali caudali. Tale relazione varia con l'età: nel puledro neonato i seni mascellari sono in rapporto con l'ultimo premolare e il primo molare; successivamente, durante la crescita, questo rapporto si estende agli ultimi quattro denti guanciali mentre, negli animali più anziani, rimane limitato ai tre molari (Dyce et al., 2010).

Dal punto di vista radiografico, il seno mascellare rostrale è localizzato dorsalmente al terzo e al quarto dente guancia, mentre il seno mascellare caudale si proietta dorsalmente al quinto e al sesto. L'estensione delle corone di riserva all'interno dei compartimenti sinusali varia in relazione all'età dell'animale. Il limite caudale del seno mascellare rostrale è costituito da un setto osseo, visibile radiograficamente come una linea radiopaca diretta dorsocaudalmente. I canali infraorbitari sono riconoscibili come due linee radiotrasparenti, parallele al profilo del naso e situate dorsalmente ai denti guanciali (Weller, 2010).

1.5 Orbita e strutture associate

Nel cavallo, l'orbita è orientata quasi lateralmente e caratterizzata da un margine osseo completo. L'arco zigomatico contribuisce a delimitare ventralmente l'orbita, mentre il processo zigomatico dell'osso frontale si dirige ventralmente fino a congiungersi con esso, completandone il contorno osseo (Dyce et al., 2010).

L'orbita accoglie il globo oculare, insieme alle strutture nervose e ai muscoli extraoculari; l'insieme di queste strutture è circondato dal tessuto adiposo orbitario (Manso-Díaz et al., 2021).

Dal punto di vista radiografico, l'arco zigomatico rappresenta un importante riferimento anatomico ed è riconoscibile come una struttura radiopaca a decorso prevalentemente orizzontale, diretta rostralmente verso l'orbita (Weller, 2010).

La valutazione della regione orbitale è condizionata dalla sovrapposizione delle strutture ossee circostanti; l'impiego di proiezioni oblique consente di ridurre tale sovrapposizione e migliorare la visualizzazione dei margini ossei dell'orbita (Barrett & Easley, 2013).

1.6 Anatomia radiografica dei denti guanciali

La dentizione del cavallo è adattata al notevole grado di usura prodotta dalla masticazione di materiale vegetale abrasivo ed è caratterizzata dalla presenza di denti ipsodonti, ossia elementi dotati di corone molto alte. Premolari e molari costituiscono i denti guanciali e sono disposti in successione formando una superficie masticatoria continua. Gran parte della corona rimane inizialmente contenuta nell'osso alveolare e costituisce la corona di riserva che viene progressivamente estrusa durante la vita dell'animale per compensare il consumo della superficie occlusale; anche lo sviluppo tardivo delle radici contribuisce a prolungare la crescita funzionale dei denti guanciali (Dyce et al., 2010).

I denti guanciali presentano caratteristiche differenti nelle due arcate: i denti mascellari sono più ampi e presentano una disposizione più complessa delle pliche dello smalto, dalle quali derivano due infundiboli contenenti cemento già prima dell'eruzione. Nei denti mandibolari lo smalto è anch'esso fortemente ripiegato ma non dà origine a infundiboli. La diversa durezza dei tessuti che compongono il dente contribuisce a creare una superficie occlusale, efficace nella triturazione dell'alimento; i denti guanciali mascellari presentano inoltre tre o quattro radici (Dyce et al., 2010).

I denti guanciali mascellari caudali sono separati dai seni mascellari soltanto da una sottile lamina di osso alveolare. Questo rapporto varia durante la vita dell'animale: l'estrusione dentaria determina un progressivo abbassamento del pavimento alveolare e un aumento dello spazio sinusale, mentre la migrazione rostrale dei denti ne modifica la posizione rispetto ai diversi

compartimenti. L'età rappresenta pertanto un elemento fondamentale nell'interpretazione dei rapporti tra dentizione e seni mascellari (Dyce et al., 2010).

Dal punto di vista radiografico, i denti rappresentano strutture di elevata radiopacità. Al loro interno possono essere riconosciute aree longitudinali relativamente meno radiopache, riferibili agli infundiboli ed alle strutture pulpari. La proiezione laterolaterale consente una valutazione generale delle arcate dentarie, ma la sovrapposizione degli elementi del lato destro e sinistro limita l'identificazione dei singoli denti e rende necessaria l'integrazione con proiezioni oblique (Weller, 2010).

L'aspetto radiografico dei denti guanciali varia sensibilmente con l'età. Nei soggetti giovani le radici definitive non sono ancora completamente sviluppate e assumono progressivamente una morfologia più definita durante la maturazione, passando da un aspetto maggiormente arrotondato a una configurazione più appuntita. Nei giovani cavalli, le strutture dentarie in sviluppo possono inoltre presentarsi come ampie aree radiotrasparenti rotondeggianti od ovalari, attraversate da linee radiopache corrispondenti ai tessuti in fase di mineralizzazione; anche lo spazio periodontale che circonda le porzioni radicolari (strutture dentarie in sviluppo) può apparire relativamente ampio. Queste variazioni fisiologiche devono essere riconosciute come espressione del normale sviluppo dentario e non confuse con alterazioni periapicali patologiche (Weller, 2010).

La sovrapposizione delle arcate controlaterali può essere limitata integrando l'esame con proiezioni oblique e mediante acquisizioni a bocca aperta; quest'ultimo metodo, infatti, consente di separare maggiormente le strutture dentarie e di isolare le porzioni apicali dei denti mascellari o mandibolari. La scelta dell'angolazione dipende dall'arcata e dalle sezioni dentarie da analizzare (Weller, 2010; Limone & Baratt, 2018).

La possibilità di eseguire l'esame anche sul campo rende l'indagine radiografica particolarmente utile nella pratica equina; la metodica presenta tuttavia limitazioni nello studio dell'anatomia interna del dente. La tomografia computerizzata consente invece una valutazione più precisa delle strutture dentarie interne e dei tessuti circostanti, eliminando il problema della sovrapposizione anatomica propria delle immagini bidimensionali della radiografia (Manso-Díaz et al., 2021).



Figura 1.2. Proiezione radiografica obliqua a bocca aperta destra dorsale–sinistra ventrale di 30° dei denti guanciali mascellari sinistri. L’apertura della bocca riduce la sovrapposizione dei denti mandibolari, mentre l’angolazione obliqua consente una migliore distinzione delle radici buccali rispetto alla radice palatale. Immagine tratta dalla Figura 4A di Limone & Baratt (2018) in Dental Radiography of the Horse, Journal of Veterinary Dentistry.

1.7 Le tasche gutturali: anatomia e rapporti neurovascolari

Le tasche gutturali sono ampi diverticoli bilaterali della tuba uditiva (o d’Eustachio), presenti nel cavallo e negli altri perissodattili. Sono situate nella regione caudale della testa, ventralmente alla base del cranio e all’atlante (Dyce et al., 2010).

Le tasche gutturali comunicano con il rinofaringe attraverso l’apertura faringea della tuba uditiva. Lo stiloioide solleva una prominenza della parete che suddivide incompletamente ciascuna tasca in un compartimento mediale, più ampio, e un compartimento laterale, più piccolo (Dyce et al., 2010).

La rilevanza anatomica delle tasche gutturali è legata alla stretta relazione delle loro pareti con importanti strutture vascolari e nervose. La parete del compartimento mediale è in rapporto con l’arteria carotide interna, i nervi cranici IX, X, XI e XII e il tronco simpatico. L’arteria carotide esterna decorre invece ventralmente al compartimento mediale per poi portarsi in rapporto con quello laterale e proseguire come arteria mascellare (Dyce et al., 2010; Thomas-Cancian et al., 2023).

Nella proiezione laterolaterale, le tasche gutturali appaiono fisiologicamente come ampie strutture radiotrasparenti, attraversate dal profilo radiopaco dello stiloioide. Dorsalmente si estendono fino alla base cranica, mentre il loro limite ventrale contribuisce a delineare il tetto del

faringe. Il margine caudale raggiunge normalmente il livello del dente dell'epistrofeo e può presentarsi sdoppiato quando i profili delle tasche destra e sinistra non risultano perfettamente sovrapposti (Weller, 2010; Thomas-Cancian et al., 2023).



Figura 1.3. Proiezione radiografica laterolaterale del cranio equino che mostra l'aspetto radiografico normale delle tasche gutturali, indicate dalle frecce. Sono inoltre identificabili: (1) stiloioide, (2) faringe, (3) tetto del faringe e (4) osso basioccipitale e osso basisfenoide. Immagine tratta dal pannello (a) della Figura 1 di Thomas-Cancian et al. (2023), Diagnostic Imaging of Diseases Affecting the Guttural Pouch, distribuita con licenza CC BY 4.0.

1.8 Anatomia dell'articolazione temporomandibolare (ATM) e correlazioni radiografiche

L'articolazione temporomandibolare (ATM) è un'articolazione sinoviale formata dal processo condiloideo della mandibola e dalla superficie articolare dell'osso temporale. Al suo interno un disco fibrocartilagineo divide l'articolazione in un compartimento discotemporale dorsale e un compartimento discomandibolare ventrale (Townsend et al., 2009).

I movimenti dell'ATM si distribuiscono tra i due compartimenti articolari: a livello ventrale prevalgono i movimenti a cerniera, mentre il compartimento dorsale consente gli spostamenti laterali e una lieve protrusione. Il muscolo temporale solleva la mandibola, mentre il digastrico e l'occipitomandibolare partecipano all'apertura attiva della bocca. L'azione combinata del

massetere e dello pterigoideo controlaterale produce invece gli spostamenti orizzontali responsabili del principale movimento di triturazione (Dyce et al., 2010).

Nelle immagini radiografiche, l'ATM è riconoscibile rostralmente alla porzione petrosa dell'osso temporale ed è costituita dalla testa mandibolare e dalla superficie articolare temporale. L'arco zigomatico è visualizzabile come una struttura ossea radiopaca a decorso prevalentemente orizzontale, orientata rostralmente verso l'orbita. Nei cavalli più anziani può inoltre essere visibile una protuberanza ossea sul margine caudale della testa mandibolare (Weller, 2010).

La sovrapposizione delle strutture ossee e la difficoltà di orientare il fascio tangenzialmente alle superfici articolari limitano l'utilità delle proiezioni convenzionali. L'integrazione dell'esame con proiezioni specifiche per l'ATM può migliorare la rappresentazione delle superfici e dello spazio articolare, oltre a facilitare la valutazione dell'osso subcondrale e del rimodellamento periarticolare (Barrett & Easley, 2013). Quando la radiografia non fornisce informazioni sufficienti, la TC permette uno studio dettagliato delle componenti ossee; la RM è invece più indicata per la valutazione della cartilagine, del disco articolare e dei recessi sinoviali (Manso-Díaz et al., 2021).

1.9 Principi di interpretazione dell'anatomia radiografica del cranio equino

L'interpretazione radiografica del cranio equino richiede una solida conoscenza dell'anatomia normale e della disposizione delle strutture del distretto esaminato. La complessità della regione e la sovrapposizione delle numerose componenti anatomiche rappresentano infatti importanti limiti dell'esame radiografico e possono rendere difficile l'identificazione delle singole strutture (Barrett & Easley, 2013; Manso-Díaz et al., 2021).

Le strutture anatomiche vengono rappresentate con differenti gradi di radiopacità in relazione alla loro capacità di attenuazione del fascio radiogeno. Gli spazi contenenti aria, come i seni paranasali e le tasche gutturali, appaiono prevalentemente radiotrasparenti, mentre le strutture ossee e i tessuti dentari mineralizzati presentano una radiopacità maggiore. Il riconoscimento di questi normali rapporti di contrasto è fondamentale per distinguere le variazioni fisiologiche delle alterazioni patologiche (Weller, 2010; Butler et al., 2008).

La valutazione deve inoltre essere condotta in modo sistematico, esaminando la simmetria delle strutture bilaterali, la continuità dei profili ossei, i rapporti tra la dentizione e i compartimenti sinusali e le variazioni fisiologiche associate all'età. Una presunta anomalia deve essere verificata

nelle altre proiezioni disponibili, poiché l'impiego di orientamenti differenti consente di limitare la sovrapposizione e di valutare più completamente il distretto esaminato. Quando necessario, il confronto con il lato controlaterale può aiutare a distinguere una lesione da una normale variante anatomica (Weller, 2010; Butler et al., 2008; Barrett & Easley, 2013).

1.10 Tecnica radiografica del cranio equino: preparazione del paziente e acquisizione dell'immagine

L'esecuzione dell'esame radiografico richiede un adeguato contenimento e un corretto posizionamento del paziente, indispensabili per ottenere immagini di qualità diagnostica. Una gestione tranquilla dell'animale contribuisce a limitare i movimenti e la conseguente formazione di artefatti (Butler et al., 2008).

Il corretto orientamento del fascio radiogeno rispetto alla regione anatomica esaminata ed al detettore è essenziale per limitare la distorsione geometrica. Anche la collimazione riveste un ruolo importante, poiché riduce la radiazione diffusa e contribuisce a preservare il contrasto dell'immagine. I parametri di esposizione devono infine essere adattati al distretto da indagare, in modo da ottenere un radiogramma diagnostico (Butler et al., 2008).

Quando non controindicata dalle condizioni cliniche del paziente, la sedazione facilita il corretto posizionamento del capo e riduce gli artefatti da movimento, diminuendo la necessità di ripetere le acquisizioni. L'impiego di un apposito supporto può contribuire ulteriormente alla stabilizzazione della testa. La capezza tradizionale deve essere sostituita con una capezza di corda o allontanata dalla regione esaminata per evitare artefatti; è inoltre necessario utilizzare correttamente i marker radiopachi di identificazione e lateralità (Barrett & Easley, 2013).

Durante l'acquisizione devono inoltre essere rispettate le norme di radioprotezione, riducendo al minimo il personale presente, utilizzando dispositivi di protezione individuale e ricorrendo, quando possibile, a supporti per il detettore che evitino l'esposizione diretta dell'operatore al fascio primario (Butler et al., 2008; Barrett & Easley, 2013).

1.11 Principali proiezioni radiografiche del cranio equino

Lo studio radiografico del cranio equino richiede l'integrazione di più proiezioni, selezionate in funzione del distretto anatomico da esaminare. Le acquisizioni maggiormente utilizzate comprendono proiezioni laterolaterali, dorsoventrali o ventrodorsali e oblique, alle quali possono essere associate proiezioni complementari specifiche per il distretto di interesse (Weller, 2010; Barrett & Easley, 2013; Limone & Baratt, 2018).

Le principali proiezioni utilizzate nella pratica clinica sono:

1.11.1 Proiezione laterolaterale (LL)

Nella proiezione laterolaterale il detettore viene posizionato lateralmente al capo e il fascio radiogeno viene diretto perpendicolarmente all'asse longitudinale della testa. Nella tecnica descritta da Limone e Baratt (2018), la centratura viene effettuata in corrispondenza dell'estremità rostrale della cresta facciale. La proiezione fornisce una visione di insieme della dentizione e di gran parte dei seni paranasali, ma comporta la sovrapposizione delle arcate dentarie e dei compartimenti sinusali dei due lati (Weller, 2010; Limone & Baratt, 2018).

La proiezione laterale rappresenta inoltre l'acquisizione più efficace per la valutazione radiografica delle tasche gutturali: in questo caso la centratura viene spostata caudalmente, nella regione compresa tra la base dell'orecchio e l'angolo della mandibola. Qualora poi sia necessario lateralizzare un eventuale reperto, possono essere eseguite proiezioni laterali oppure acquisizioni con lieve obliquità rostro-caudale (Thomas-Cancian et al., 2023).

1.11.2 Proiezioni dorsoventrali (DV) e ventrodorsali (VD)

Le proiezioni dorsoventrali e ventrodorsali integrano la proiezione laterale, permettendo una valutazione comparativa delle strutture di destra e sinistra. Nella proiezione DV il fascio radiogeno viene diretto perpendicolarmente al piano dorsale della testa, parallelamente al palato duro; nella tecnica descritta da Limone e Baratt (2018), la centratura è posta in corrispondenza dell'estremità rostrale della cresta facciale (Limone & Baratt, 2018).

Le proiezioni DV e VD sono particolarmente utili per la valutazione delle cavità nasali e del setto nasale, che nella proiezione laterale risultano maggiormente sovrapposti ai seni paranasali, e

consentono inoltre di esaminare il seno concale ventrale e, insieme alla proiezione laterale, la regione etmoidale (Weller, 2010).

Nello studio della dentizione, la direzione del fascio può essere modificata in relazione al gruppo dentario esaminato: una lieve inclinazione caudo-rostrale segue meglio l'asse dei denti guanciali mascellari caudali, mentre un'inclinazione rostro-caudale è indicata per quelli rostrali. Le proiezioni DV eseguite con disassamento laterale della mandibola consentono inoltre di limitare la sovrapposizione tra i denti guanciali mascellari e mandibolari (Limone & Baratt, 2018).

1.11.3 Proiezioni oblique

Le proiezioni oblique permettono di modificare i rapporti di sovrapposizione delle strutture controlaterali e risultano particolarmente importanti nello studio radiografico della dentizione. Nelle acquisizioni a bocca aperta, la riduzione della sovrapposizione tra i denti mascellari e mandibolari permette di rappresentare più selettivamente corone, radici e porzioni apicali (Limone & Baratt, 2018).

Per la valutazione dei denti guanciali mascellari può essere utilizzata una proiezione laterale obliqua dorsoventrale di circa 30°, che consente anche di distinguere meglio le radici buccali dalla radice palatale, mentre un'obliquità di circa 10°, associata ad una centratura più ventrale, permette di isolare le corone dei denti guanciali mandibolari. Gli apici dei denti mascellari possono essere esaminati mediante una proiezione laterale obliqua ventrodorsale di circa 45°; nei soggetti giovani può essere necessario aumentare l'angolazione fino a circa 60°, in relazione alla maggiore lunghezza delle corone di riserva. Con un adeguato posizionamento del detettore, la stessa proiezione può consentire anche la visualizzazione degli apici mandibolari (Limone & Baratt, 2018).

1.11.4 Proiezioni complementari dell'ATM

Lo studio radiografico dell'ATM può comprendere proiezioni laterali bilaterali, ventrodorsali e oblique. La complessa disposizione anatomica della regione e la sovrapposizione delle strutture ossee circostanti limitano tuttavia la visualizzazione dello spazio articolare e del condilo mandibolare nelle acquisizioni convenzionali (Barrett & Easley, 2013; Ebling et al., 2009; Townsend et al., 2009).

Ebling et al. (2009) hanno sviluppato una proiezione obliqua complementare sulla base di ricostruzioni tridimensionali ottenute da dati TC. L'orientamento risultato più diagnostico prevede una direzione rostroventrale-caudodorsale di circa 45°, associata a un'ulteriore obliquità laterale di circa 30°. Questa configurazione riduce la sovrapposizione dell'osso zigomatico, dell'osso temporale e del processo coronoideo della mandibola, migliorando la rappresentazione dello spazio temporomandibolare e della superficie articolare del condilo mandibolare (Ebling et al., 2009).

Townsend et al. (2009) hanno invece sviluppato una proiezione tangente specifica dell'ATM, ottenuta dirigendo il fascio circa 15° caudalmente, rispetto al piano trasverso, e 70° rispetto al piano dorsale. La tecnica consente di visualizzare la metà laterale delle superfici articolari temporale e mandibolare e l'osso subcondrale, limitando la sovrapposizione delle altre strutture ossee. La proiezione è stata inoltre applicata con successo su cavalli sedati in stazione (Townsend et al., 2009).

1.11.5 Proiezione skyline secondo Ramzan et al. (2008)

Ramzan et al. (2008) hanno descritto una proiezione obliqua, definita dagli autori *skyline*, finalizzata a ridurre la sovrapposizione delle strutture ossee craniche e a rappresentare selettivamente le componenti ossee laterali dell'ATM e lo spazio articolare (Ramzan et al., 2008).

Per l'acquisizione, il capo viene sostenuto a livello del mento in posizione quasi orizzontale, con la nuca estesa e la bocca chiusa. Il tubo radiogeno viene collocato rostralmente e ventralmente rispetto alla testa, in posizione laterale rispetto alla linea mediana e orientato caudalmente. Il fascio viene diretto con un'angolazione di circa 35° rispetto all'asse longitudinale del capo e inclinato dorsalmente di circa 50°, centrando l'articolazione temporomandibolare ipsilaterale. Il detettore viene disposto orizzontalmente al di sopra della nuca (Ramzan et al., 2008).

Questo orientamento limita la sovrapposizione delle strutture craniche e migliora la rappresentazione delle componenti laterali dell'ATM. Le strutture articolari più assiali rimangono tuttavia parzialmente mascherate dalla volta cranica, per cui la proiezione non consente una valutazione completa dell'intera articolazione (Ramzan et al., 2008).

La tecnica non deve essere confusa con la proiezione tangente descritta da Townsend et al. (2009): entrambe sono acquisizioni complementari destinate alla valutazione della porzione

laterale dell'ATM, ma utilizzano una diversa disposizione del fascio e del detettore (Ramzan et al., 2008; Townsend et al., 2009).

Nel loro insieme, le proiezioni radiografiche descritte costituiscono pertanto la base dello studio radiografico del cranio equino e consentono di riconoscere e localizzare numerose modificazioni morfologiche. La sovrapposizione anatomica e la limitata capacità di caratterizzare alcune strutture profonde possono tuttavia ridurre il valore diagnostico.

Su queste basi, il capitolo successivo prenderà in esame le patologie della base scheletrica del cranio equino, approfondendone i principali meccanismi eziopatogenetici e i reperti di diagnostica per immagini, con particolare attenzione al ruolo della radiografia e delle metodiche tomografiche nella caratterizzazione delle alterazioni ossee.

2 Patologie della base scheletrica

2.1 Inquadramento generale

La base scheletrica del cranio rappresenta una regione di particolare rilevanza clinica per la stretta vicinanza delle strutture ossee alle componenti neurologiche e vascolari; le lesioni localizzate in questa sede possono determinare conseguenze cliniche differenti in funzione della struttura coinvolta e dell'estensione del processo patologico (Ramirez et al., 1998).

Nel presente capitolo verranno prese in considerazione la malformazione occipito-atlanto-assiale, le lesioni traumatiche della base cranica, l'osteartropatia temporoioidea e il coinvolgimento neoplastico della base cranica.

2.2 Malformazione occipito-atlanto-assiale (OAAM)

La malformazione occipito-atlanto-assiale (*occipitoatlantoaxial malformation*, OAAM) è una rara anomalia congenita della giunzione craniovertebrale, caratterizzata da alterazioni variabili dell'osso occipitale, dell'atlante e dell'epistrofeo. È stata descritta soprattutto in puledri arabi e incroci arabi, e meno frequentemente in soggetti appartenenti ad altre razze (Rosenstein et al., 2000).

In letteratura sono state definite tre differenti configurazioni della malformazione (Rosenstein et al., 2000):

- Occipitalizzazione familiare dell'atlante associata ad atlantalizzazione dell'epistrofeo;
- Malformazione occipito-atlanto-assiale congenita asimmetrica;
- Fusione atlanto-occipitale asimmetrica.

Il caso riportato, relativo a un puledro di razza Miniature Horse, è stato classificato come appartenente alla seconda categoria (Rosenstein et al., 2000).

Il quadro sintomatologico è caratterizzato da manifestazioni neurologiche variabili che possono comprendere tetraparesi, atassia, deficit propriocettivi, scoliosi cervicale e inclinazione della testa. Nel caso descritto, il puledro presentava debolezza progressiva, atassia, spasticità e

ipermetria a carico dei quattro arti; l'elevazione della testa accentuava inoltre i deficit neurologici fino a provocare il cedimento degli arti pelvici (Rosenstein et al., 2000).

Le radiografie del rachide cervicale, acquisite dapprima in posizione neutra e successivamente durante la flessione, hanno permesso di evidenziare alterazioni sia della morfologia sia dei rapporti tra le strutture della giunzione craniovertebrale. In posizione neutra, i condili occipitali non erano visualizzabili e l'atlante appariva ipoplastico e ruotato sul piano trasversale; durante la flessione invece aumentava eccessivamente la distanza tra il margine caudale dell'atlante e l'arco dorsale dell'epistrofeo, mentre la giunzione occipito-atlantoidea rimaneva immobile. Sulla base di tali reperti è stata formulata la diagnosi radiografica di OAAM (Rosenstein et al., 2000).

La tomografia computerizzata eseguita *post mortem* ha consentito di definire ulteriormente il coinvolgimento delle diverse componenti della giunzione craniovertebrale. A livello dell'osso occipitale, i condili erano bilateralmente assenti e la porzione sinistra del corpo risultava deviata lateralmente; l'atlante presentava ipoplasia ed asimmetria, con mancata unione ossea a livello dell'arco vertebrale; l'epistrofeo presentava infine ipoplasia del margine craniale sinistro dell'arco dorsale e deviazione verso sinistra del dente (Rosenstein et al., 2000).

2.3 Lesioni traumatiche della base cranica

2.3.1 Meccanismi traumatici e fisiopatologia

I traumi cranici sono relativamente frequenti nel cavallo e possono conseguire a cadute all'indietro, calci da parte di altri animali o collisioni con oggetti fissi; tra questi meccanismi, il ribaltamento all'indietro rappresenta l'evento più frequente e può verificarsi, ad esempio, durante l'addestramento alla conduzione con la capezza, la toelettatura o durante le operazioni di carico dell'animale sul trailer (Ramirez et al., 1998).

Nel ribaltamento all'indietro, la regione della nuca costituisce frequentemente il punto di impatto. L'inerzia associata alla caduta determina l'iperestensione di testa e collo, mentre la tensione dei muscoli retti ventrali maggiori della testa esercita forze di trazione sulla base cranica. In questo meccanismo, la base cranica può andare incontro a una frattura da avulsione in corrispondenza dell'inserzione di questi muscoli, localizzata sui tubercoli della giunzione tra basisfenoide e basioccipitale. Questa regione risulta inoltre relativamente vulnerabile per la

presenza del forame lacero, in corrispondenza del quale manca un supporto osseo laterale (Ramirez et al., 1998).

Al trauma possono associarsi emorragie conseguenti alla lesione dei muscoli retti ventrali maggiori della testa, della vascolarizzazione ad essi associata e dei vasi e seni venosi situati in prossimità del tetto delle tasche gutturali, con conseguente accumulo ematico nello spazio retrofaringeo. Il trauma può coinvolgere anche le pareti medialì delle tasche gutturali, favorendo il passaggio di sangue e la penetrazione di frammenti ossei al loro interno (Ramirez et al., 1998).

Le alterazioni neurologiche associate al trauma possono manifestarsi immediatamente oppure comparire successivamente in relazione allo spostamento di frammenti ossei conseguenti a frattura della base scheletrica, alla tumefazione dei tessuti molli od alla formazione di callo osseo (Ramirez et al., 1998).

2.3.2 Fratture occipitali

Le fratture del condilo occipitale sono raramente riportate nel cavallo e possono associarsi a deficit dei nervi cranici caudali; il condilo, infatti, è strettamente correlato al forame giugulare, attraverso il quale emergono i nervi glossofaringeo, vago e accessorio. In un caso descritto nel cavallo, alcuni giorni dopo un trauma cranico apparentemente lieve, comparve disfagia associata a paralisi del nervo vago e a sospetto coinvolgimento del nervo glossofaringeo. L'esame radiografico evidenziò una posizione anomala dell'atlante e la presenza di un frammento osseo dorsalmente alle tasche gutturali, mentre la TC *post mortem* confermò una frattura dislocata alla base del condilo occipitale destro, associata alla presenza di frammenti ossei in prossimità dell'articolazione atlanto-occipitale (Martin-Giménez et al., 2019).

All'esame macroscopico, il condilo risultava completamente separato dal cranio e dislocato in direzione rostrale e ventrale, mentre i legamenti dell'articolazione atlanto-occipitale erano integri. La comparsa ritardata dei deficit neurologici è stata messa in relazione con l'edema e l'emorragia sviluppatasi attorno alla lesione e con la possibile compressione diretta esercitata dal frammento osseo dislocato (Martin-Giménez et al., 2019).

Le fratture del processo paracondilare possono invece presentarsi isolatamente oppure nell'ambito di lesioni traumatiche più complesse. La manifestazione clinica sembra dipendere almeno in parte dalla localizzazione della frattura: le fratture ventrali, più frequentemente

riportate, sono associate principalmente a manifestazioni dolorose, mentre quelle localizzate alla base del processo possono determinare deficit del nervo facciale, per la vicinanza del suo decorso dopo l'emergenza dal forame stilomastoideo. Sono, inoltre, riportati scuotimento della testa, alterazioni comportamentali e riduzione delle prestazioni; in alcuni soggetti la frattura può costituire un reperto incidentale (Beldeanu et al., 2024).

2.3.3 Fratture dell'osso temporale

Le fratture dell'osso temporale rappresentano un'evenienza poco comune nel cavallo e possono conseguire a un trauma cranico diretto oppure essere associate all'osteoartropatia temporoioidea. Le manifestazioni cliniche sono variabili e possono comprendere scuotimento della testa, deficit del nervo facciale e del nervo vestibolococleare, disfagia, atassia e alterazioni vestibolari (Pownder et al., 2010).

Le fratture possono interessare diverse porzioni dell'osso temporale, tra cui la parte squamosa, la parte timpanica, la porzione petrosa e il processo mastoideo. In uno studio TC condotto su 79 cavalli sono state individuate 16 fratture in 14 soggetti; la porzione petrosa e la parte squamosa risultavano le sedi maggiormente rappresentate, mentre il coinvolgimento della parte timpanica e del processo mastoideo era meno frequente. In due casi la frattura interessava più di una porzione dell'osso (Pownder et al., 2010).

La presenza di una frattura temporale era associata a deficit ipsilaterali dei nervi facciale e vestibolococleare, senza tuttavia una corrispondenza costante tra lesione ossea e alterazione neurologica: alcune fratture non erano accompagnate da deficit di questi nervi e, viceversa, non tutti i deficit neurologici rilevati erano riconducibili alla presenza di una frattura. La distinzione tra fratture petrose e non petrose non mostrava inoltre un'associazione significativa con i deficit dei nervi facciale o vestibolococleare (Pownder et al., 2010).

Per la descrizione delle fratture può quindi essere utilizzata una terminologia basata sulla loro localizzazione e, per quelle della porzione petrosa, sull'orientamento della linea di frattura (Pownder et al., 2010).

2.3.4 Diagnostica per immagini delle fratture

2.3.4.1 Esame radiografico: reperti e limiti

L'esame radiografico viene comunemente impiegato nelle fasi iniziali dell'iter diagnostico in caso di sospetto trauma cranico; tuttavia, la complessità anatomica della regione, la sovrapposizione delle numerose strutture e la limitata differenziazione dei tessuti molli possono rendere difficile l'identificazione e la caratterizzazione della lesione (Ramirez et al., 1998).

Radiograficamente, l'emorragia associata al trauma può determinare un aumento dell'opacità delle tasche gutturali, fino alla riduzione o completa perdita della normale radiotrasparenza, talvolta con la comparsa di un'interfaccia gas-liquido. L'accumulo ematico nella regione retrofaringea può determinare la deviazione ventrale della parete dorsale della faringe e la riduzione del diametro dorsoventrale del rinofaringe; possono infine essere presenti frammenti ossei irregolari ventralmente alla base cranica o sovrapposti alla regione delle tasche gutturali. A livello della linea sfeno-occipitale, corrispondente alla sutura tra basisfenoide e basioccipitale, l'irregolarità dei margini e il disallineamento a gradino possono essere indicativi di frattura; più raramente può essere evidenziata anche la presenza di gas all'interno della cavità cranica o del rachide cervicale craniale (Ramirez et al., 1998).

L'interpretazione della linea sfeno-occipitale risulta particolarmente complessa nei soggetti giovani, nei quali la sutura tra basisfenoide e basioccipitale può essere fisiologicamente aperta e presentare una certa variabilità di ampiezza e conformazione. La chiusura della sutura è stata descritta tra i due e i tre anni di età, sebbene altre fonti ne riportino la possibile persistenza fino a cinque anni; nei soggetti normali, inoltre, la linea può essere fino a tre volte più ampia ventralmente rispetto alla sua porzione dorsale. Tali caratteristiche possono rendere equivoca la distinzione radiografica tra una sutura normale e una frattura (Ramirez et al., 1998).

L'esame radiografico può consentire l'identificazione di una frattura senza definirne completamente l'estensione e la configurazione. Nel confronto con la TC condotto su 18 cavalli con fratture craniche, in tre soggetti non erano riconoscibili lesioni all'esame radiografico; nei 15 casi in cui la frattura era visibile, la sua estensione risultava sottostimata in sette e il numero dei frammenti in 14. Inoltre, quattro delle dieci fratture multiple identificate mediante TC erano state interpretate radiograficamente come singole e cinque delle tredici fratture comminute come semplici. Il coinvolgimento di ulteriori strutture anatomiche, quali articolazioni, forami, canali e

vie aeree, poteva inoltre essere soltanto sospettato radiograficamente in base alla localizzazione della frattura (Crijns et al., 2019).

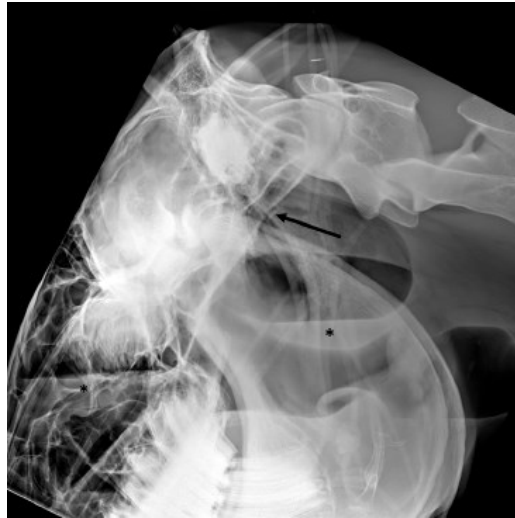


*Figura 2.1. Proiezione radiografica laterolaterale del cranio di un cavallo con trauma della base cranica. È visibile un frammento osseo caudalmente a un difetto del basioccipitale (freccia nera); l'emorragia della tasca gutturale determina un aumento di opacità della sua porzione ventrale (asterisco nero), delimitato dorsalmente da un'interfaccia gas-liquido e associato allo spostamento ventrale del tetto della faringe. Immagine tratta dalla Figura 10 di Thomas-Cancian et al. (2023) in *Diagnostic Imaging of Diseases Affecting the Guttural Pouch*, distribuita con licenza CC BY 4.0.*

2.3.4.2 Tomografia computerizzata (TC)

La TC consente una caratterizzazione più dettagliata delle fratture craniche rispetto alla radiografia, permettendo di definirne sede, estensione, configurazione, grado di comminuzione e coinvolgimento delle strutture anatomiche adiacenti. La maggiore quantità di informazioni ottenute rende pertanto la TC la metodica di scelta per la pianificazione chirurgica e per la valutazione prognostica delle fratture craniche (Crijns et al., 2019).

Nelle fratture della base cranica, le immagini sezionali consentono inoltre di stabilire l'origine dei frammenti ossei, valutare il lume delle tasche gutturali e ricostruire tridimensionalmente le strutture scheletriche, oltre a garantire una migliore differenziazione dei tessuti molli rispetto alla radiografia convenzionale (Ramirez et al., 1998).

2.4 Osteoartropatia temporoioidea

2.4.1 Definizione ed eziopatogenesi

L'osteoartropatia temporoioidea (*temporohyoid osteoarthropathy*, THO) è una patologia del cavallo caratterizzata da alterazioni proliferative e degenerative dell'articolazione temporoioidea e delle strutture ossee circostanti. Il processo interessa in particolare la porzione prossimale dello stiloioide e la porzione petrosa dell'osso temporale, con progressiva proliferazione ossea dell'articolazione temporoioidea (Hilton et al., 2009; Readford et al., 2013).

L'eziopatogenesi della THO non è stata definitivamente chiarita ed è tuttora oggetto di discussione; sono state proposte due principali ipotesi eziopatogenetiche: un'origine infettivo-infiammatoria, correlata all'estensione di un processo infettivo dell'orecchio medio o interno verso l'articolazione temporoioidea, e un'origine degenerativa primaria, nella quale le alterazioni dell'articolazione si svilupperebbero in assenza di un processo infettivo iniziale (Hilton et al., 2009; Naylor et al., 2010; Readford et al., 2013).

2.4.1.1 Ipotesi infettivo-infiammatoria

Secondo l'ipotesi infettivo-infiammatoria, la THO potrebbe svilupparsi in seguito a un'otite media, generalmente caratterizzata da un processo infettivo di basso grado. L'infezione si estenderebbe ventralmente coinvolgendo la bolla timpanica, la porzione prossimale dello stiloioide e l'articolazione temporoioidea, con conseguente osteite e proliferazione ossea della regione (Blythe, 1997; Naylor et al., 2010).

A sostegno di questa ipotesi sono stati descritti reperti compatibili con un processo infiammatorio o infettivo dell'orecchio medio, tra cui essudato proteinaceo o infiltrazione di cellule infiammatorie nella cavità timpanica e, in alcuni cavalli con concomitante frattura della porzione petrosa dell'osso temporale, alterazioni del liquido cerebrospinale o reperti patologici indicativi di infezione batterica. Il prelievo o il lavaggio della cavità timpanica ha inoltre evidenziato, in alcuni soggetti, materiale torbido o un aumento della concentrazione proteica o della cellularità, compatibili con un processo infiammatorio (Blythe, 1997).

Inoltre, in due giovani cavalli affetti da THO, l'età e la distribuzione unilaterale delle alterazioni sono state considerate elementi suggestivi di un'eziologia infettiva (Readford et al., 2013).

2.4.1.2 Ipotesi degenerativa

A sostegno di un possibile meccanismo degenerativo, l'esame *post mortem* di 31 cavalli di età compresa tra 1 e 44 anni ha evidenziato un'associazione significativa tra l'età e la gravità delle alterazioni degenerative dell'articolazione temporoioidea; le modificazioni erano inoltre frequentemente bilaterali (Naylor et al., 2010).

Le alterazioni associate all'età comprendevano: mineralizzazione della cartilagine timpanoioidea, formazione di osteofiti, irregolarità della superficie articolare e rimodellamento della porzione prossimale dello stiloioide. Nei soggetti più anziani le modificazioni risultavano più marcate e comprendevano una configurazione claviforme dello stiloioide prossimale, formazione di ponti osteofitici attraverso l'articolazione, riduzione dello spazio articolare e, in alcuni casi, apparente anchilosi (Naylor et al., 2010).

L'esame istologico non ha evidenziato alterazioni infiammatorie e non è stata riscontrata osteomielite della porzione petrosa dell'osso temporale, dello stiloioide o della cartilagine timpanoioidea. Poiché le modificazioni degenerative osservate erano simili, sebbene generalmente meno gravi, a quelle descritte nei cavalli affetti da THO, tali reperti supportano un possibile contributo degenerativo all'eziopatogenesi della patologia. Rimane tuttavia da verificare se i casi clinici di THO presentino alterazioni istopatologiche analoghe e se siano presenti evidenze di infezione cronica (Naylor et al., 2010).

2.4.2 Alterazioni ossee e complicanze

Le alterazioni ossee della THO sono prevalentemente proliferative e coinvolgono soprattutto lo stiloioide e la porzione petrosa dell'osso temporale; possono estendersi anche al cheratoioide e associarsi, meno frequentemente, ad alterazioni osteolitiche dello stiloioide e della porzione petrosa dell'osso temporale (Hilton et al., 2009).

La progressiva proliferazione può determinare la fusione dell'articolazione temporoioidea. In seguito alla fusione, i normali movimenti dell'apparato ioideo, come quelli associati all'alimentazione e alla vocalizzazione, aumentano le sollecitazioni sullo stiloioide e sulla porzione petrosa dell'osso temporale, predisponendo allo sviluppo di fratture. Queste interessano più frequentemente la porzione petrosa dell'osso temporale e meno frequentemente lo stiloioide. Le

fratture della porzione petrosa sono spesso adiacenti al meato acustico interno o lo attraversano; per la stretta vicinanza, possono essere coinvolti i nervi facciale e vestibolococleare (Blythe, 1997; Readford et al., 2013).

Alcune fratture possono inoltre estendersi alla cavità cranica e associarsi a convulsioni e meningite batterica; la disfunzione dei nervi cranici può anche derivare dalla compressione diretta esercitata dalla proliferazione ossea (Walker et al., 2002).

2.4.3 Manifestazioni cliniche

Le manifestazioni cliniche della THO sono variabili e comprendono soprattutto alterazioni neurologiche riferibili ai nervi facciale e vestibolococleare. Nel caso preso in esame, su 33 cavalli affetti, 29 presentavano deficit del nervo facciale e 23 deficit del nervo vestibolococleare; in 16 soggetti era inoltre riportata atassia, sebbene non fosse sempre possibile distinguerla con certezza dalle alterazioni conseguenti alla disfunzione vestibolare. Nella maggior parte dei casi l'esordio dei segni clinici era acuto (Walker et al., 2002).

Il coinvolgimento del nervo facciale può manifestarsi con paralisi facciale unilaterale, abbassamento dell'orecchio, deficit della chiusura palpebrale e deviazione del muso. La compromissione dell'innervazione parasimpatica della ghiandola lacrimale può determinare una riduzione della produzione lacrimale, favorendo lo sviluppo di cheratite ulcerativa. Le ulcere corneali erano presenti in 13 dei 33 cavalli e, tra gli otto soggetti sottoposti al test di Schirmer, sette mostravano una ridotta produzione lacrimale sul lato interessato (Walker et al., 2002; Readford et al., 2013).

La disfunzione vestibolare può manifestarsi con inclinazione della testa, nistagmo, perdita dell'equilibrio e cadute; possono inoltre comparire scuotimento della testa e difficoltà nell'alimentazione; in caso di coinvolgimento dei nervi glossofaringeo e vago possono verificarsi difficoltà nella prensione, nella masticazione e nella deglutizione, nonché disfunzione esofagea (Readford et al., 2013). Manifestazioni neurologiche più gravi, comprese crisi convulsive, sono state riportate meno frequentemente (Walker et al., 2002; Hilton et al., 2009).

2.4.4 Diagnostica

2.4.4.1 Esame radiografico ed endoscopia delle tasche gutturali

L'esame radiografico può evidenziare alterazioni ossee della regione temporoioidea, tra cui ispessimento mono- o bilaterale dello stiloioide e dell'articolazione temporoioidea, sclerosi della porzione petrosa dell'osso temporale e fratture dello stiloioide. Alterazioni radiografiche erano presenti in 20 dei 24 cavalli esaminati; l'assenza di reperti radiografici non consente tuttavia di escludere la THO (Hilton et al., 2009; Walker et al., 2002).

L'endoscopia delle tasche gutturali rappresenta una metodica importante nella diagnosi della THO, poiché consente la valutazione diretta della porzione dello stiloioide contenuta nella tasca gutturale e delle alterazioni visibili in corrispondenza della regione temporoioidea. I reperti endoscopici descritti comprendono aumento di volume della porzione prossimale dello stiloioide, proliferazione ossea e asimmetria della regione temporoioidea, nonché arrossamento e tumefazione dei tessuti molli circostanti. Tutti i 32 cavalli sottoposti a endoscopia presentavano alterazioni compatibili con la THO; in quattro soggetti erano presenti soltanto asimmetria o alterazioni infiammatorie dei tessuti molli, senza evidente aumento di volume osseo dello stiloioide né alterazioni ossee rilevabili radiograficamente (Walker et al., 2002).

L'endoscopia è tuttavia limitata alle porzioni dello stiloioide comprese nella tasca gutturale, mentre l'orecchio medio, l'osso temporale e alcune porzioni dell'apparato ioideo non sono direttamente accessibili. L'esame radiografico consente una valutazione più ampia della base cranica e dell'apparato ioideo, ma risente della sovrapposizione delle strutture anatomiche. Nel confronto tra le due metodiche, l'endoscopia delle tasche gutturali risulta quindi più affidabile dell'esame radiografico per l'identificazione della THO (Hilton et al., 2009; Walker et al., 2002; Readford et al., 2013).

2.4.4.2 Tomografia computerizzata (TC)

La TC consente una valutazione completa dell'articolazione temporoioidea e dell'anatomia regionale, permettendo di esaminare contemporaneamente l'apparato ioideo e uditivo, l'osso temporale e le vie aeree superiori. Nella casistica esaminata, alterazioni TC erano presenti in tutti i 16 cavalli affetti da THO e comprendevano proliferazione ossea dello stiloioide e della porzione petrosa dell'osso temporale, con frequente coinvolgimento anche del cheratoioide (Hilton et al., 2009).

Tra le ulteriori alterazioni identificate mediante TC erano presenti fratture dello stiloioide e della porzione petrosa dell'osso temporale, accumulo di materiale fluido e rimodellamento della bolla timpanica, restringimento e ispessimento tissutale del canale uditivo esterno e, meno frequentemente, alterazioni osteolitiche dello stiloioide e della porzione petrosa dell'osso temporale. Alterazioni bilaterali erano presenti in 15 dei 16 cavalli, nonostante tutti i soggetti presentassero segni clinici unilaterali (Hilton et al., 2009).

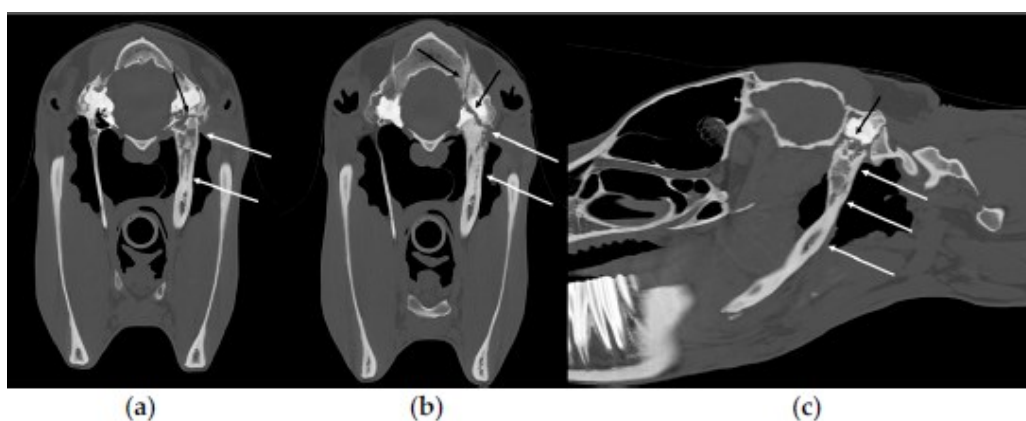


*Figura 2.2. Immagini TC ottimizzate per la valutazione delle strutture ossee, ottenute sul piano trasversale (a, b) e sagittale (c), in un pony affetto da osteoartropatia temporoioidea. Sono evidenti neoformazione ossea e anchilosi dell'articolazione temporoioidea sinistra associate a marcato ispessimento dello stiloioide (freccie bianche); sono inoltre presenti linee di frattura dell'osso temporale sinistro (freccie nere). Immagine tratta dalla Figura 11 di Thomas-Cancian et al. (2023) in *Diagnostic Imaging of Diseases Affecting the Guttural Pouch*, distribuita con licenza CC BY 4.0.*

In 10 dei 16 cavalli, la TC ha evidenziato alterazioni non rilevate mediante esame radiografico o endoscopia, tra cui alterazioni del cheratoioide e dell'orecchio medio, fratture e lesioni osteolitiche. La metodica consente quindi una valutazione più completa delle alterazioni regionali e l'identificazione di alterazioni controlaterali subcliniche (Hilton et al., 2009).

2.4.4.3 Risonanza magnetica (RM)

La risonanza magnetica può essere impiegata nell'approfondimento diagnostico della THO. In uno studio di Walker et al. (2002) su quattro cavalli sottoposti a RM sono state evidenziate alterazioni riconoscibili mediante questa metodica, comprendenti accumulo di materiale fluido proteinaceo,

in prossimità della porzione prossimale dello stiloioide e della parete della tasca gutturale; in un caso erano inoltre presenti alterazioni della coclea e dei canali semicircolari, mentre pregresse fratture dello stiloioide e della porzione petrosa dell'osso temporale erano evidenziate in un soggetto ciascuna (Walker et al., 2002).

In uno dei cavalli, in assenza di alterazioni ossee evidenziabili mediante esame radiografico od endoscopia, la RM mostrava un accumulo di materiale fluido proteinaceo compatibile con emorragia o infiammazione. La RM, analogamente alla TC, può inoltre contribuire all'identificazione della malattia subclinica (Walker et al., 2002; Readford et al., 2013).

L'impiego della RM può tuttavia essere limitato dalla disponibilità delle apparecchiature, dai costi e dalla necessità di anestesia generale, associata a maggiori rischi nei soggetti con patologia neurologica (Readford et al., 2013).

2.5 Coinvolgimento neoplastico della base cranica

In letteratura è stato descritto un caso di coinvolgimento neoplastico della base cranica in un cavallo adulto affetto da carcinoma squamocellulare invasivo, associato a disfunzione dei nervi oculomotore e trigemino. La TC evidenziava una massa dei tessuti molli associata alle branche oftalmica e mascellare del nervo trigemino, estesa alla regione della fessura orbitale e del forame alare rostrale. Quest'ultimo risultava ampliato e presentava una lieve lisi dei margini ossei, con perdita della normale separazione ossea tra il forame alare rostrale e la fessura orbitale (Wilson et al., 2023).

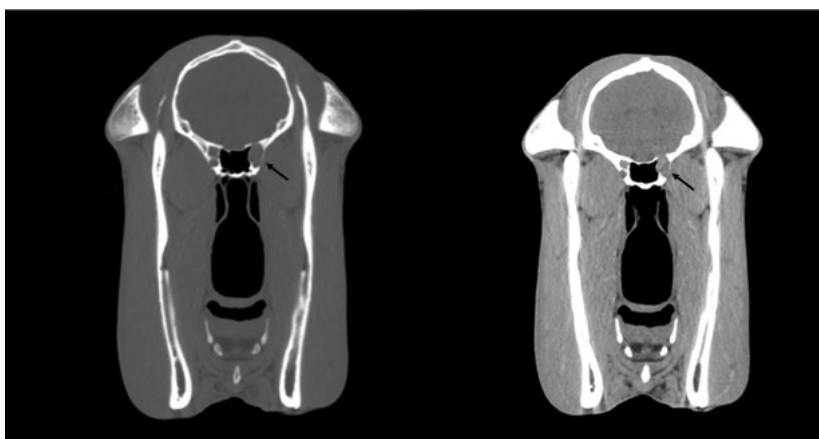


Figura 2.3. Immagini TC trasverse che evidenziano i tessuti ossei (sinistra) e i tessuti molli (destra) in un cavallo con carcinoma squamocellulare invasivo. È evidente l'ampliamento del forame alare rostrale destro, associato ad assottigliamento e perdita di definizione dei margini ossei e della normale separazione rispetto alla fessura orbitale; è inoltre apprezzabile l'aumento di volume del fascio neurovascolare della regione. Immagine tratta dalla Figura 2 di Wilson et al. (2023) in Invasive squamous cell carcinoma causes trigeminal nerve dysfunction in a horse, distribuita con licenza CC BY.

L'alterazione dei tessuti molli seguiva il decorso delle branche oftalmica e mascellare del trigemino fino alla base dell'encefalo e mostrava un lieve potenziamento contrastografico. I reperti TC erano compatibili con una neoplasia o un processo granulomatoso; l'esame istopatologico *post mortem* ha successivamente confermato un carcinoma squamocellulare infiltrante il nervo trigemino. La neoplasia è stata considerata una possibile estensione locale di un tumore primitivo originato dalla mucosa orale o respiratoria, la cui sede primaria non è stata identificata. L'imaging ha consentito quindi di identificare e localizzare la lesione, mentre la diagnosi definitiva ha richiesto la conferma istopatologica (Wilson et al., 2023).

Nel loro insieme, le condizioni descritte evidenziano il ruolo della diagnostica per immagini nella caratterizzazione delle alterazioni ossee della base cranica e dei loro rapporti con le strutture anatomiche adiacenti. Il capitolo successivo prenderà in esame le patologie delle cavità nasali e dei seni paranasali, approfondendone i principali reperti radiografici, tomografici ed endoscopici.

3 Patologie delle cavità nasali

Le patologie sinonasali del cavallo possono interessare le cavità nasali, le conche nasali e i seni paranasali, con frequente coinvolgimento concomitante di più strutture del distretto (Dixon et al., 2020).

Le affezioni comprendono processi infiammatori e infettivi, lesioni traumatiche, proliferazioni non neoplastiche e neoplasie, spesso caratterizzate da manifestazioni cliniche sovrapponibili, quali scolo nasale, tumefazione facciale, epistassi e ostruzione delle vie aeree, rendendo il quadro clinico poco patognomonico. La diagnostica per immagini riveste pertanto un ruolo centrale nella caratterizzazione di queste patologie, integrando l'esame radiografico con metodiche tomografiche, quando sia necessaria una definizione più accurata delle alterazioni (Barrett & Park, 2011; Manso-Díaz et al., 2021; Tremaine & Dixon, 2001).

3.1 Classificazione delle principali patologie sinonasali

Tra i processi infiammatori e infettivi rientrano le sinusiti che possono essere distinte, in base all'eziologia, in forme primarie e secondarie. Le forme primarie si sviluppano in assenza di una causa predisponente identificabile, mentre quelle secondarie possono conseguire a condizioni sottostanti quali patologie dentali, traumi facciali, cisti sinusali, neoplasie o infezioni micotiche (Tremaine & Dixon, 2001).

Tra le principali proliferazioni non neoplastiche rientrano l'ematoma etmoidale progressivo (*progressive ethmoid hematoma*, PEH), le cisti sinusali e i polipi sinonasali. Le neoplasie sinonasali, che risultano meno frequenti rispetto alle proliferazioni non neoplastiche, comprendono differenti tipologie tumorali di origine epiteliale, mesenchimale, ossea e odontogena. Le caratteristiche diagnostiche delle principali condizioni verranno approfondite nei paragrafi successivi (Tremaine & Dixon, 2001; Dixon, 2024).

3.2 Protocollo radiografico e proiezioni per il distretto sinonasale

Le proiezioni radiografiche descritte nel Capitolo 1 assumono differenti applicazioni diagnostiche nello studio delle patologie sinonasali. La proiezione laterolaterale (LL) consente una valutazione complessiva dei seni paranasali e può evidenziare aumenti dell'opacità e presenza di contenuto

fluido, pur presentando il limite della sovrapposizione delle strutture dei due lati. La proiezione dorsoventrale (DV) risulta invece particolarmente utile nella valutazione delle cavità nasali e del decorso del setto nasale, la cui deviazione può accompagnare lesioni espansive o accumuli di materiale patologico (Tremaine & Dixon, 2001; Barrett & Park, 2011).

Le proiezioni radiografiche oblique completano l'esame modificando i rapporti di sovrapposizione tra le strutture del distretto. Mendes et al. (2025) hanno inoltre valutato, su sei teste equine cadaveriche, una proiezione radiografica complementare laterale 75° dorsolateroventrale obliqua, ottenuta mediante parziale spostamento della mandibola verso il lato di interesse. Tale proiezione riduceva la sovrapposizione tra denti mandibolari e conche nasali, migliorando la visualizzazione dei seni concali e delle bolle concali dorsali e ventrali, pur persistendo una lieve sovrapposizione tra alcune porzioni delle conche nasali stesse (Mendes et al., 2025).

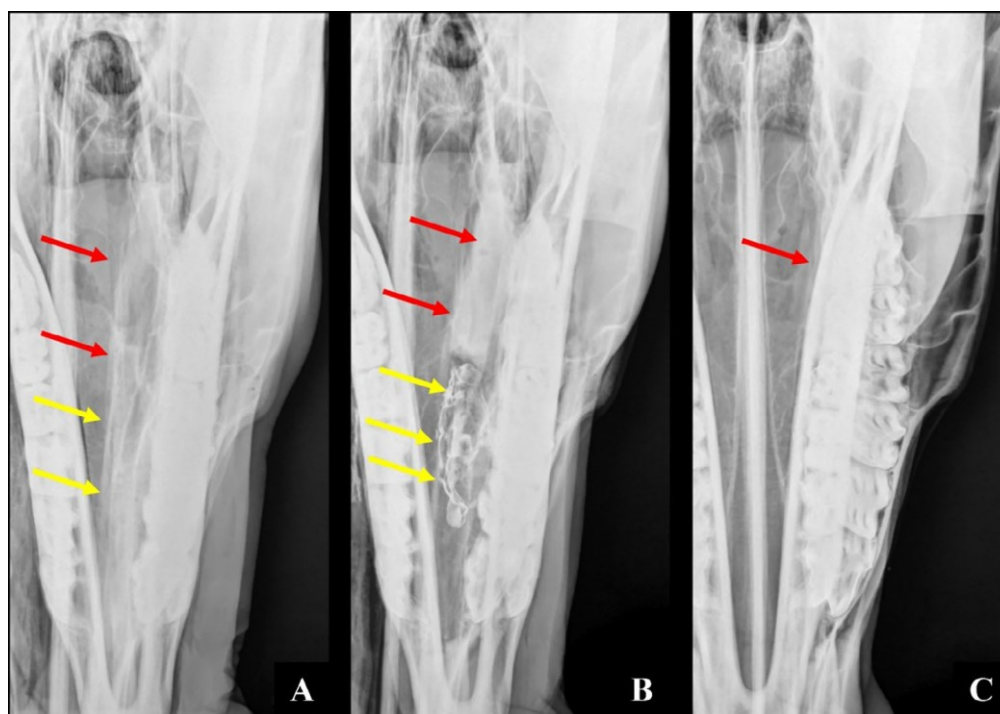


Figura 3.1. Confronto tra proiezione radiografica dorsoventrale (DV) con mezzo di contrasto (A) e proiezione complementare laterale 75° dorso lateroventrale obliqua, acquisita con (B) e senza (C) mezzo di contrasto. Nella proiezione dorsoventrale la conca nasale ventrale risulta sovrapposta ai denti mandibolari; nelle proiezioni oblique sono invece meglio identificabili il seno concale ventrale (freccie rosse) e la bolla concale ventrale (freccie gialle). Immagine tratta dalla Figura 4 di Mendes et al. (2025) in Complementary Radiographic Projection for Evaluation of the Conchal Sinuses and Bullae in Horses, distribuita con licenza CC BY.

3.3 Segni radiografici patologici e semeiotica radiologica

I principali reperti radiografici possono essere considerati in relazione alle alterazioni dell'opacità, alle modificazioni delle strutture ossee, alla deviazione o distorsione delle strutture anatomiche e all'eventuale estensione del processo patologico alle regioni adiacenti. Nello studio di Tremaine e Dixon (2001), eseguito su 277 cavalli con patologie sinonasali, l'esame radiografico evidenziava complessivamente reperti anomali nell'81% dei casi, ma risultava utile ai fini diagnostici soltanto nel 36%, a conferma del carattere spesso aspecifico delle alterazioni osservate (Tremaine & Dixon, 2001).

Le modificazioni dell'opacità possono presentarsi in forma diffusa, ad esempio in presenza di contenuto fluido e/o ispessimento della mucosa sinusale, oppure come opacità focali associate a lesioni occupanti spazio. Per quanto riguarda le alterazioni delle strutture ossee, queste possono comprendere fenomeni osteolitici o proliferativi, espansione, assottigliamento e demineralizzazione (Tremaine & Dixon, 2001; Barrett & Park, 2011).

La sovrapposizione anatomica limita inoltre la valutazione dell'estensione delle lesioni e può determinare una sottostima del coinvolgimento osseo e delle regioni più profonde; infatti, nel confronto tra esame radiografico e TC effettuato da Cissell et al. (2012) su 10 dei 15 cavalli con neoplasia sinonasale, tale limite è stato evidenziato in particolare nella valutazione delle masse sinonasali, dell'osteolisi e del coinvolgimento di sedi quali il seno sfenopalatino, lo spazio retrobulbare e la cavità cranica (Cissell et al., 2012).

3.4 Diagnostica per immagini avanzata e integrazione con l'endoscopia

Nella valutazione delle patologie sinonasali, la tomografia computerizzata (TC), la risonanza magnetica (RM) e l'endoscopia possono fornire informazioni complementari, in relazione alle differenti modalità di valutazione del distretto (Tremaine & Dixon, 2001; Manso-Díaz et al., 2021).

3.4.1 Tomografia computerizzata (TC)

La TC consente una valutazione dettagliata dei singoli compartimenti sinusali e delle strutture nasali associate. In particolare, permette di esaminare con elevato dettaglio le sottili pareti ossee

dei seni paranasali, le conche nasali e le relative bolle, risultando utile anche nell'identificazione di alterazioni ossee di lieve entità (Manso-Díaz et al., 2021).

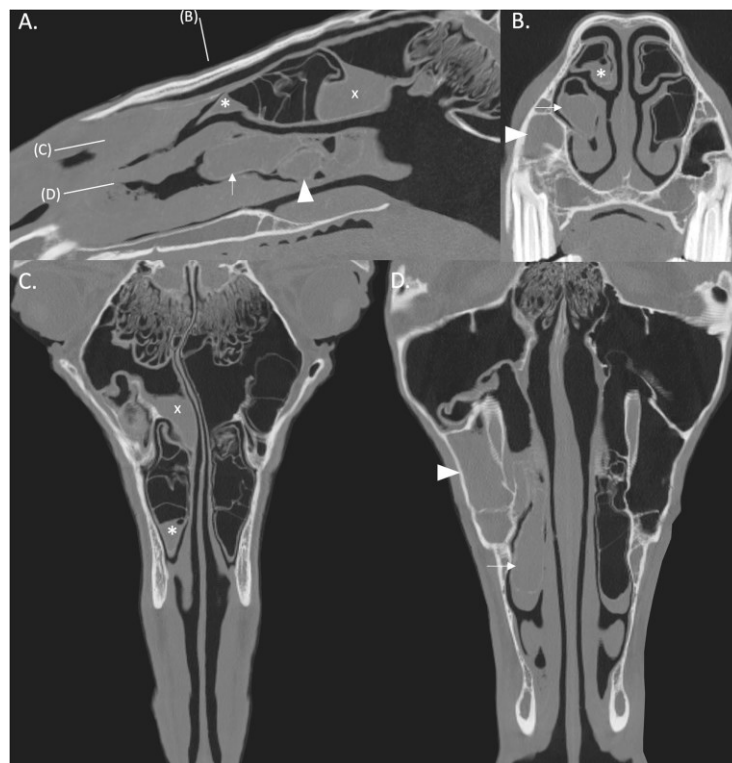


Figura 3.2. Ricostruzioni TC del cranio di un cavallo con patologia sinonasale. È presente empiema della bolla concale ventrale, associato a sinusite dei compartimenti paranasali rostrali e caudali ipsilaterali e a ispessimento della mucosa della porzione rostrale della bolla concale dorsale. Immagine tratta dalla Figura 2 di Dixon et al. (2020) in Computed Tomographic Assessment of Individual Paranasal Sinus Compartment and Nasal Conchal Bulla Involvement in 300 Cases of Equine Sinonasal Disease, distribuita con licenza CC BY.

Le immagini sezionali consentono inoltre di riconoscere il coinvolgimento dei compartimenti sinusali profondi e di caratterizzare le modificazioni delle strutture ossee circostanti. Nelle lesioni occupanti spazio, tali informazioni possono contribuire alla pianificazione delle successive procedure diagnostiche, biotiche e chirurgiche (Manso-Díaz et al., 2021; Cissell et al., 2012).

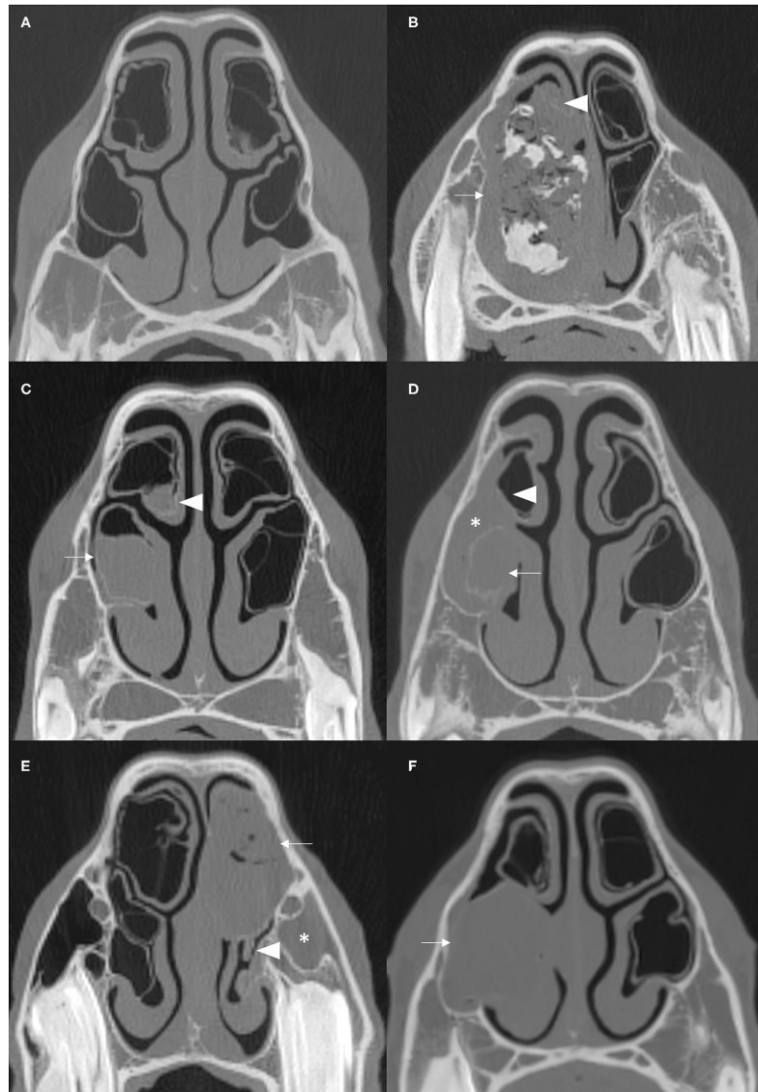


Figura 3.3. Immagini TC trasversali delle bolle concali nasali normali (A) e di differenti quadri di empiema (B-F). Sono osservabili accumulo di materiale a diversa attenuazione all'interno delle bolle concali, distensione e alterazioni delle relative pareti ossee, associate in alcuni casi a coinvolgimento delle strutture concali adiacenti e ad empiema sinusale. Immagine tratta dalla Figura 1 di Dixon et al. (2020) in Computed Tomographic Assessment of Individual Paranasal Sinus Compartment and Nasal Conchal Bulla Involvement in 300 Cases of Equine Sinonasal Disease, distribuita con licenza CC BY.

3.4.2 Risonanza magnetica (RM)

La risonanza magnetica consente una valutazione tomografica delle cavità nasali e dei seni paranasali, evitando la sovrapposizione anatomica propria dell'esame radiografico. Rispetto alla TC, presenta una maggiore capacità di differenziazione dei tessuti molli e permette una migliore caratterizzazione della mucosa sinonasale e delle strutture molli associate. Alterazioni anche lievi della mucosa possono manifestarsi mediante ispessimento e modificazioni dell'intensità di

segnale, risultando apprezzabili nelle immagini RM, mentre la TC mantiene una maggiore capacità di rappresentazione delle sottili pareti ossee dei seni e delle strutture concali (Manso-Díaz et al., 2021).

La maggiore differenziazione tra tessuti molli e contenuto fluido può inoltre favorire la delimitazione delle lesioni occupanti spazio. La presenza di aria nelle cavità sinonasali e la ridotta rappresentazione delle strutture mineralizzate limitano tuttavia la valutazione delle componenti ossee mediante RM, per le quali la TC risulta più indicata (Manso-Díaz et al., 2021).

3.4.3 Endoscopia delle cavità nasali e correlazione con i reperti di imaging

L'endoscopia delle cavità nasali consente di valutare direttamente la presenza di secrezioni anomale, modificazioni della normale conformazione della cavità e lesioni accessibili alla visualizzazione. Tra le regioni di particolare interesse rientrano la porzione caudale del meato medio, in corrispondenza dell'area di drenaggio sinonasale, e la regione etmoidale; il confronto con la cavità controlaterale può inoltre contribuire al riconoscimento di eventuali asimmetrie (Tremaine & Dixon, 2001).

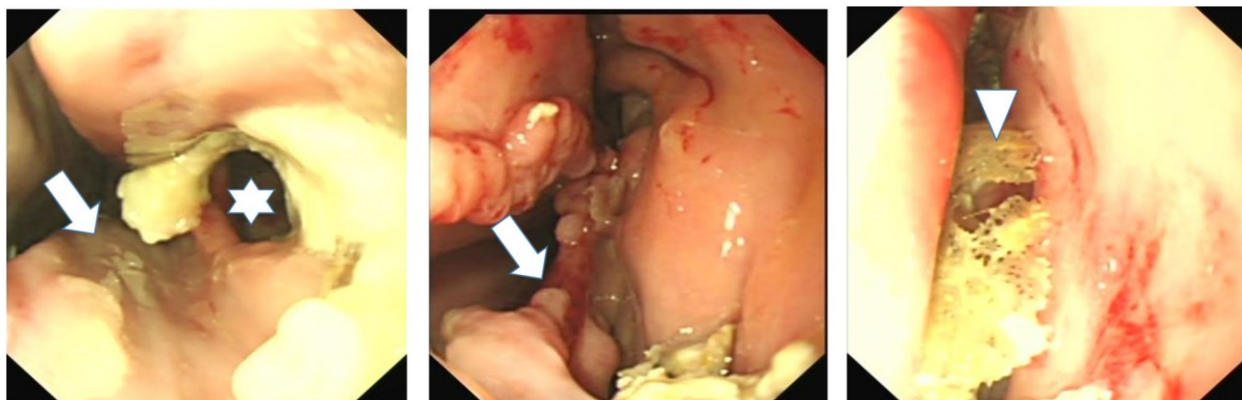


Figura 3.4. Immagini endoscopiche della porzione caudale del meato medio in cavalli con patologia sinusale associata ad alterazioni delle bolle concali nasali. Sono evidenti perdita della bolla concale ventrale e della porzione caudale della conca nasale ventrale, presenza di essudato e, in uno dei soggetti, una fistola nel seno concale ventrale; nell'immagine di destra è inoltre visibile un sequestro osseo concale nel meato medio. Immagine tratta dalla Figura 4 di Dixon et al. (2020) in Computed Tomographic Assessment of Individual Paranasal Sinus Compartment and Nasal Conchal Bulla Involvement in 300 Cases of Equine Sinonasal Disease, distribuita con licenza CC BY.

L'endoscopia dei seni paranasali (sinoscopia) può estendere la valutazione alle strutture sinusali, consentendo l'esame diretto dell'aspetto e dell'estensione delle lesioni intrasinusali e, quando necessario, il prelievo di campioni mediante aspirazione o biopsia transendoscopica (Tremaine & Dixon, 2001).

3.5 Principali patologie delle cavità nasali e relativi reperti di imaging

3.5.1 Cisti sinusali

Le cisti sinusali sono formazioni non neoplastiche contenenti fluido, che si sviluppano prevalentemente all'interno dei seni paranasali. Le cisti rappresentavano il 13,4% delle patologie sinonasali dei 277 cavalli esaminati da Tremaine e Dixon (2001) e la sede di origine risultava più frequentemente il seno mascellare caudale, sebbene fossero riportate anche localizzazioni a livello del seno frontale e della regione etmoidale. Dal punto di vista clinico, l'espansione della lesione può determinare tumefazione facciale, epifora e ostruzione del flusso aereo nasale; l'ostacolo al normale drenaggio sinusale può inoltre favorire lo sviluppo di sinusite secondaria e conseguente scolo nasale mucopurulento (Tremaine & Dixon, 2001; Dixon, 2024).

Il reperto radiografico è tipicamente rappresentato da un'opacità dei tessuti molli ben delimitata, frequentemente arrotondata e di aspetto omogeneo; in alcuni casi può essere riconoscibile una capsula parzialmente mineralizzata contenente irregolari spicole ossee. Quando la lesione raggiunge dimensioni considerevoli, l'espansione può determinare distorsione, assottigliamento e demineralizzazione delle ossa frontali e mascellari sovrastanti e deviazione del setto nasale. La presenza di secrezioni tra la parete della cisti e quella sinusale può inoltre determinare interfacce aria-liquido irregolari (Tremaine & Dixon, 2001; Barrett & Park, 2011).

La sinoscopia può contribuire alla caratterizzazione della lesione mediante la visualizzazione di strutture rotondeggianti rivestite da mucosa, a supporto dei reperti radiografici; tale metodica forniva, infatti, elementi utili alla diagnosi nella maggior parte dei casi esaminati da Tremaine e Dixon (2001), sebbene la sua efficacia potesse essere ridotta quando la lesione non era stata perforata o quando la presenza di empiema sinusale secondario ne ostacolava la visualizzazione (Tremaine & Dixon, 2001).

La TC permette una migliore definizione della sede, dell'estensione della lesione e dei rapporti con le strutture anatomiche circostanti. La caratterizzazione del contenuto può tuttavia risultare complessa quando una cisti è associata a sinusite secondaria, poiché il contenuto cistico e il fluido presente nel seno possono mostrare valori di attenuazione simili. In tali circostanze, la misurazione dei valori di attenuazione espressi in unità Hounsfield (HU) e l'impiego del mezzo di contrasto possono contribuire alla distinzione dei differenti contenuti e ad una migliore delimitazione della lesione (Manso-Díaz et al., 2021).

La diagnosi differenziale comprende in particolare l'ematoma etmoidale progressivo (PEH) e le neoplasie sinonasali, che possono presentarsi anch'essi come lesioni occupanti spazio. In alcune localizzazioni, soprattutto quando una cisti interessa la porzione concale del seno frontale o quando un PEH si sviluppa nel seno mascellare, la distinzione radiografica tra le due condizioni può risultare difficile. Le cisti sinusali tendono tuttavia ad associarsi più frequentemente a deformazione facciale e rimodellamento osseo rispetto al PEH (Barrett & Park, 2011).

3.5.2 Ematoma etmoidale progressivo (PEH)

L'ematoma etmoidale progressivo è una lesione sinonasale non neoplastica che, dal punto di vista istologico, si presenta come un polipo emorragico, caratterizzato da alterazioni stromali riconducibili a ripetuti episodi di sanguinamento. Origina più frequentemente dalla porzione rostrale delle conche etmoidali e può protrudere nella cavità nasale come una massa liscia, rotondeggiante e di colorazione variabile; meno frequentemente può estendersi ai seni mascellare caudale, concofrontale o sfenopalatino. Dal punto di vista clinico, è caratteristicamente associato a epistassi unilaterale cronica di modesta entità (Dixon, 2024).

Radiograficamente, il PEH può presentarsi come una lesione rotondeggiante e ben circoscritta, con radiopacità simile a quella dei tessuti molli, localizzata nella regione del labirinto etmoidale o del seno sfenopalatino. L'esame radiografico presenta tuttavia un valore diagnostico limitato, fatta eccezione per le lesioni intrasinusali, poiché le lesioni etmoidali di piccole dimensioni possono essere occultate dalla sovrapposizione del labirinto etmoidale o dell'occhio (Tremaine & Dixon, 2001; Barrett & Park, 2011).

L'endoscopia riveste un ruolo particolarmente importante nella diagnosi delle lesioni accessibili alla visualizzazione diretta. Nella casistica di Tremaine e Dixon (2001), il riconoscimento

endoscopico o sinoscopico della caratteristica lesione multicolore, generalmente associata a epistassi ipsilaterale cronica, costituiva il principale criterio diagnostico; gli stessi autori consideravano l'endoscopia la metodica diagnostica complementare di scelta per il PEH (Tremaine & Dixon, 2001).

La TC consente una caratterizzazione più accurata della distribuzione e dell'estensione della lesione. Nello studio retrospettivo di Textor et al. (2012), comprendente 16 cavalli con PEH sottoposti a TC, la lesione mostrava un'attenuazione pari o superiore a quella della muscolatura adiacente e un grado variabile di eterogeneità; in 10 dei 16 cavalli era presente un caratteristico pattern iperattenuante vorticoso, interpretato dagli autori come espressione di emorragia recente o mineralizzazione. La presenza di tale reperto in una massa localizzata a livello etmoidale o sinusale, in assenza di marcata distruzione o deformazione ossea, è considerata fortemente suggestiva di PEH ma non consente da sola una diagnosi definitiva. La TC risultava inoltre particolarmente utile nell'identificazione di malattia bilaterale, nella valutazione della possibile multifocalità e nella definizione del coinvolgimento dei seni paranasali, non completamente visualizzabile con le altre metodiche (Textor et al., 2012).

3.5.3 Neoplasie delle cavità nasali

Le neoplasie sinonasali rappresentano una causa relativamente poco frequente di patologia del distretto nasale e sinusale del cavallo, costituendo infatti solo il 7,9% dei 277 casi esaminati da Tremaine e Dixon (2001). Tra le forme più frequentemente descritte rientrano il carcinoma squamocellulare e l'adenocarcinoma, oltre a fibrosarcomi, emangiosarcomi e tumori di origine ossea e odontogena (Tremaine & Dixon, 2001; Dixon, 2024; Barrett & Park, 2011).

All'esame radiografico, le neoplasie possono manifestarsi mediante una o più masse radiopache associate a lisi e proliferazione ossea, espansione delle strutture ossee e presenza di fluido nei seni paranasali. Nei casi avanzati descritti da Tremaine e Dixon (2001) erano inoltre osservabili espansione e distorsione, talvolta accompagnate da marcata distruzione delle ossa frontali e mascellari e da spostamento del setto nasale e dei denti guanciali mascellari. Tali alterazioni riflettono il comportamento localmente espansivo e distruttivo che può caratterizzare queste lesioni (Tremaine & Dixon, 2001; Barrett & Park, 2011).

La TC consente una definizione più accurata della sede e dell'estensione della neoplasia, permettendo inoltre di valutare il coinvolgimento delle strutture ossee circostanti. Nella casistica tomografica di Cissell et al. (2012), relativa alla valutazione di lesioni occupanti spazio del distretto sinonasale, reperti frequenti comprendevano osteolisi corticale e alterazioni distruttive delle conche nasali, del setto nasale e del canale infraorbitario; il processo poteva inoltre interessare la lamina cribrosa e, in alcuni casi, estendersi alla cavità cranica. Le masse neoplastiche presentavano generalmente un'attenuazione simile o inferiore a quella del muscolo massetere, mentre il grado e la distribuzione della mineralizzazione variavano tra i differenti tipi tumorali; l'unico fibroma ossificante incluso nella serie si distingueva per la maggiore attenuazione e la marcata componente mineralizzata (Cissell et al., 2012).

L'imaging consente pertanto di individuare la massa e definirne il coinvolgimento anatomico, ma la determinazione della natura neoplastica richiede la conferma istologica mediante biopsia; la TC fornisce inoltre informazioni rilevanti per la successiva pianificazione diagnostica e chirurgica (Tremaine & Dixon, 2001; Cissell et al., 2012).

3.5.4 Processi infiammatori, infettivi e granulomatosi

Nei processi infiammatori e infettivi del distretto sinonasale, i reperti radiografici sono spesso caratterizzati dall'aumento della radiopacità delle cavità normalmente aerate e dalla presenza di contenuto fluido (Tremaine & Dixon, 2001).

La TC permette di valutare più precisamente la distribuzione delle alterazioni infiammatorie. Nell'indagine tomografica di Dixon et al. (2020), condotta su 300 cavalli con malattia sinusale unilaterale clinicamente confermata, il coinvolgimento dei singoli compartimenti sinusali veniva identificato sulla base della presenza di materiale con attenuazione compatibile con fluido o tessuti molli, riconducibile a ispessimento mucosale e/o accumulo di essudato. Nella stessa casistica, il 56% dei cavalli presentava inoltre infezione o alterazioni distruttive delle bolle concali nasali ipsilaterali. La TC consentiva di riconoscere l'accumulo di materiale fluido o addensato all'interno delle bolle concali e, nei casi più avanzati, alterazioni distruttive fino alla perdita della normale struttura della bolla e della conca nasale adiacente (Dixon et al., 2020).

Nelle forme micotiche, l'endoscopia assume particolare rilevanza diagnostica. Nella casistica di Tremaine e Dixon (2001), la diagnosi di micosi sinonasale era basata sulla visualizzazione

endoscopica di placche micotiche intranasali o intrasinusali e veniva confermata mediante coltura, frequentemente con isolamento di *Aspergillus fumigatus*. Nella stessa casistica, tre cavalli con rinite micotica presentavano necrosi macroscopica delle ossa concali, documentando il possibile coinvolgimento distruttivo delle strutture ossee nasali (Tremaine & Dixon, 2001).

Tra le lesioni granulomatose sono stati descritti granulomi intranasali calcificati, multipli e focali, associati occasionalmente a infezione apicale dei denti guanciali mascellari rostrali. Tra le alterazioni di natura infiammatoria rientrano inoltre i polipi sinonasali, descritti come lesioni di probabile origine infiammatoria e di eziologia non definita; radiograficamente possono presentarsi come opacità ben delimitate e a margini regolari nella cavità nasale, con possibile estensione ai seni paranasali (Tremaine & Dixon, 2001; Barrett & Park, 2011).

Nel complesso, l'integrazione tra esame radiografico, TC ed endoscopia consente di caratterizzare le principali patologie sinonasali e di definirne l'estensione e il coinvolgimento delle strutture adiacenti. Considerata la stretta relazione anatomica e clinica tra seni paranasali e apparato dentario, il capitolo successivo sarà dedicato alle principali patologie dell'arcata dentaria e al ruolo della diagnostica per immagini nella loro identificazione e caratterizzazione.

4 Patologie dentarie

Nella pratica clinica equina, le patologie dentarie costituiscono un gruppo eterogeneo di condizioni di rilevante importanza, in grado di interessare sia le diverse componenti del dente sia i tessuti di sostegno. La varietà dei processi patologici e la possibile presenza di alterazioni non direttamente apprezzabili all'esame della cavità orale rendono necessaria una valutazione diagnostica che integri i reperti clinici con quelli ottenuti mediante la diagnostica per immagini (Bishop, 2022).

L'esame radiografico e la tomografia computerizzata (TC) trovano pertanto ampia applicazione nello studio della dentizione equina e consentono di ottenere informazioni utili per l'identificazione e la caratterizzazione delle alterazioni dentarie. Nei paragrafi successivi verranno prese in esame le principali patologie dentarie del cavallo e i relativi reperti di imaging, con particolare attenzione agli elementi utili per la loro identificazione e caratterizzazione (Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

4.1 Approccio diagnostico e ruolo della diagnostica per immagini

Come detto precedentemente, la valutazione delle patologie dentarie si basa sull'integrazione dell'esame clinico con le indagini di diagnostica per immagini. L'ispezione diretta consente di riconoscere numerose alterazioni della corona clinica, dell'occlusione e dei tessuti parodontali, ma non permette di definire in modo completo le condizioni delle porzioni dentarie non direttamente accessibili. L'esame radiografico rappresenta pertanto un importante completamento dell'esame odontostomatologico, consentendo di valutare la dentizione e i relativi tessuti di sostegno e di identificare alterazioni non necessariamente associate a reperti evidenti all'esame orale (Bishop, 2022).

La tomografia computerizzata assume particolare rilievo nei casi in cui sia necessaria una caratterizzazione più approfondita delle alterazioni dentarie o quando i reperti clinici e radiografici non risultino conclusivi. La metodica consente una valutazione dettagliata delle strutture interne del dente, dei tessuti periapicali e delle eventuali modificazioni delle regioni adiacenti, risultando particolarmente utile nell'identificazione e nella localizzazione delle patologie endodontiche e apicali. Il suo impiego può quindi fornire informazioni utili per definire

l'estensione del processo patologico e contribuire alle successive decisioni cliniche (Liuti et al., 2018b; Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

La risonanza magnetica (RM) trova un impiego più limitato nella valutazione delle patologie dentarie, poiché i tessuti dentari mineralizzati, quali smalto, dentina e cemento, producono un segnale ridotto o assente. La metodica può, tuttavia, fornire informazioni sulle componenti non mineralizzate del dente e sui tessuti circostanti, risultando utile, in particolare, nella valutazione della cavità pulpare, dello spazio periodontale e del midollo dell'osso alveolare. Alterazioni compatibili con pulpite avanzata, infezione periapicale e fratture dentarie di maggiori dimensioni possono essere riconosciute mediante RM (Manso-Díaz et al., 2021).

4.2 Patologie pulpari e apicali dei denti guanciali

Le patologie pulpari e apicali dei denti guanciali possono rappresentare fasi successive dello stesso processo patologico, poiché il coinvolgimento endodontico precede generalmente lo sviluppo delle alterazioni apicali. I processi infettivi a carico della polpa possono interessare uno o più corni pulpari e instaurarsi in associazione a fratture dentarie, carie infundibolare o malattia parodontale, oppure attraverso una diffusione ematogena. Con la progressione dell'infezione, il processo può estendersi ai tessuti periapicali, coinvolgendo il legamento parodontale, l'apice dentario e l'osso alveolare circostante (Liuti et al., 2018a; Liuti et al., 2018b).

La diagnosi per immagini si basa sul riconoscimento delle modificazioni che interessano il dente e i tessuti periapicali. Radiograficamente possono essere evidenziati sclerosi dell'osso alveolare, rimodellamento dell'apice e delle radici e aree di radiotrasparenza periapicale; nelle fasi iniziali, tuttavia, tali reperti possono essere poco marcati e non consentire una sicura identificazione dell'elemento coinvolto. La TC permette di rilevare anche modificazioni più direttamente riferibili alla componente pulpare, quali presenza di gas, variazioni del volume e dei margini dei corni pulpari, oltre ad ampliamento dello spazio periodontale, rimodellamento o frammentazione radicolare e alterazioni osteolitiche o sclerotiche dell'osso alveolare. La corrispondenza osservata tra questi reperti tomografici e le alterazioni anatomopatologiche conferma il valore della metodica nella caratterizzazione della malattia pulpare e apicale (Liuti et al., 2018a; Liuti et al., 2018b; Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

La RM può fornire ulteriori informazioni nei processi che coinvolgono la componente pulpare e periapicale, consentendo di evidenziare alterazioni associate a forme avanzate di pulpite e infezione periapicale (Manoso-Díaz et al., 2021).

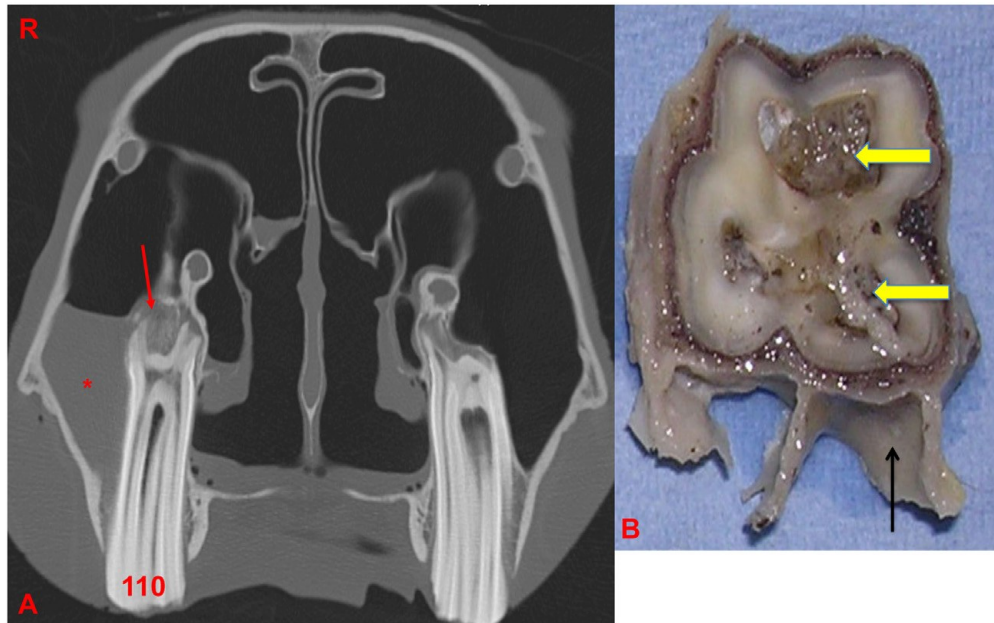


Figura 4.1. Immagine TC trasversale a livello del dente 110 affetto da infezione apicale, con ispessimento, sclerosi ed erosione dell'osso alveolare associati a rimodellamento apicale (freccia rossa). Nel seno mascellare caudale è inoltre presente contenuto fluido (). A destra, sezione trasversale dell'apice del medesimo dente, nella quale sono evidenti l'aumento di volume e l'alterazione cromatica delle strutture pulpari (freccie gialle). È inoltre visualizzabile l'osso alveolare presente nella sezione (freccia nera). Immagine tratta dalla Figura 5 di Liuti et al. (2018a) in A Comparison of Computed Tomographic, Radiographic, Gross and Histological, Dental, and Alveolar Findings in 30 Abnormal Cheek Teeth from Equine Cadavers, distribuita con licenza CC BY.*

4.3 Malattia parodontale e diastemi

I diastemi dei denti guanciali, ossia spazi interdentali presenti tra elementi dentari adiacenti, possono essere sede di intrappolamento di materiale alimentare e associarsi a gengivite e a diversi gradi di coinvolgimento parodontale. La valutazione clinica comprende l'identificazione dei diastemi, della recessione gengivale, delle tasche parodontali e dell'eventuale mobilità dentaria. L'esplorazione delle tasche può tuttavia risultare difficoltosa, soprattutto quando gli spazi interdentali sono particolarmente stretti o le lesioni risultano dolorose (Bishop, 2022).

La valutazione radiografica integra l'esame della cavità orale consentendo di stimare la perdita di attacco parodontale, reperto utile per definire l'estensione della malattia oltre le alterazioni gengivali superficiali. La sua interpretazione deve, tuttavia, tenere conto delle possibili deformazioni, determinate dall'incidenza del fascio radiogeno, che possono modificare apparentemente la lunghezza dei denti e rendere meno precisa la valutazione dei tessuti di sostegno. L'associazione tra esame orale e radiografia consente pertanto una caratterizzazione più completa del coinvolgimento parodontale (Bishop, 2022).

4.4 Carie dentaria

Tra le alterazioni dei denti guanciali, i processi cariosi possono interessare gli infundiboli dei denti mascellari oppure le porzioni periferiche della corona dentaria. Le due forme vengono considerate separatamente poiché presentano caratteristiche anatomiche e modalità di valutazione differenti; nell'ambito della diagnostica per immagini, la carie infundibolare assume particolare interesse per la possibilità di estendersi in profondità all'interno del dente (Bishop, 2022; Horbal et al., 2019a).

4.4.1 Carie infundibolare

La carie infundibolare interessa il cemento che occupa gli infundiboli dei denti guanciali mascellari ed è un processo acquisito, mediato dall'azione batterica e dalla produzione di acidi. Il suo sviluppo è favorito dalla presenza di difetti del cemento di origine prevalentemente evolutiva, nei quali può accumularsi materiale alimentare. Tali difetti comprendono aree di ipoplasia cementale, localizzate centralmente o in sede apicale, che possono entrare in comunicazione con la superficie occlusale durante la progressiva usura del dente e diventare così accessibili al contenuto della cavità orale (Horbal et al., 2019a; Horbal et al., 2019b).

Il processo carioso può inizialmente rimanere confinato al cemento infundibolare e successivamente estendersi allo smalto e alla dentina. Nei casi più avanzati può raggiungere la polpa, determinando un coinvolgimento endodontico e, in alcuni casi, contribuendo allo sviluppo di infezione apicale; la progressiva compromissione delle strutture dentarie può inoltre predisporre alla comparsa di fratture sagittali associate a carie infundibolare (Horbal et al., 2019a; Dixon et al., 2021).

La TC permette di valutare non soltanto le alterazioni apprezzabili sulla superficie oclusale, ma anche quelle localizzate più profondamente lungo l'infundibolo. Le aree di carie cementale profonda presentano una riduzione dell'attenuazione rispetto al cemento normale, mentre il coinvolgimento dello smalto può manifestarsi inizialmente con una diminuzione della sua densità e, nelle forme più avanzate, con perdita o irregolarità del profilo. Alterazioni della dentina adiacente possono essere osservate negli stadi più estesi della malattia. La distinzione tra lesioni cariose superficiali e semplici difetti del cemento può tuttavia risultare difficoltosa, poiché le forme poco profonde possono non essere chiaramente riconoscibili alla TC (Horbal et al., 2019a).

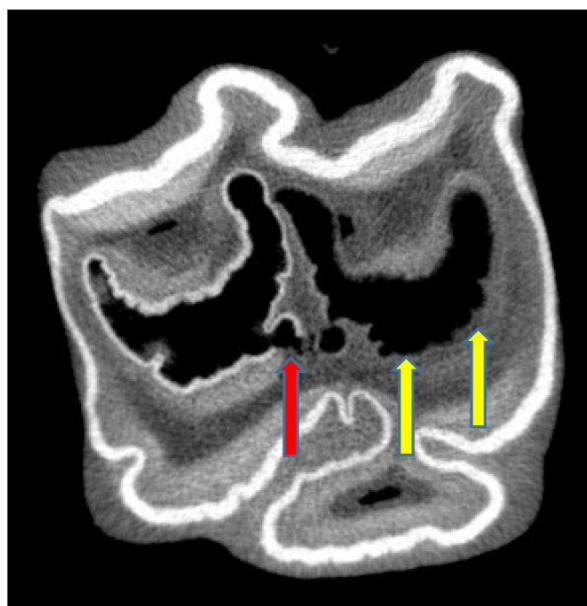


Figura 4.2. Immagine di microtomografia computerizzata (micro-TC) trasversale subocclusale di un dente guanciaie mascellare affetto da carie infundibolare. Nell'infundibolo caudale è presente una carie di grado 2 associata a una piccola area di possibile coinvolgimento dentinale, compatibile con carie di grado 3 (freccia rossa); nell'infundibolo rostrale è invece evidente una carie di grado 3 più estesa (freccie gialle). Immagine tratta dalla Figura 7 di Horbal et al. (2019a) in A Computed Tomographic (CT) and Pathological Study of Equine Cheek Teeth Infundibulae Extracted From Asymptomatic Horses. Part 1: Prevalence, Type and Location of Infundibular Lesions on CT Imaging, distribuita con licenza CC BY.

4.4.2 Carie periferica

La carie periferica è caratterizzata dalla distruzione e dalla perdita di tessuto dentale calcificato a livello delle superfici non oclusali della corona clinica dei denti guanciaie. Il processo interessa

inizialmente il cemento periferico e può manifestarsi con una perdita focale o parziale di tale tessuto; nelle forme più estese può determinarne la completa scomparsa e progredire successivamente allo smalto e alla dentina, fino a compromettere l'integrità strutturale del dente (Nuttall & Ravenhill, 2019).

Lo sviluppo della patologia è stato posto in relazione all'azione degli acidi prodotti dalla proliferazione batterica. La maggiore frequenza osservata nei molari rispetto ai premolari potrebbe inoltre essere favorita dalla minore disponibilità di saliva nelle porzioni più caudali della cavità orale e, di conseguenza, da una ridotta capacità di tamponare l'acidità locale. Le superfici vestibolari e linguali possono risultare maggiormente suscettibili rispetto a quelle interprossimali, in relazione alla distribuzione del cemento periferico sulla corona dentaria (Nuttall & Ravenhill, 2019).

La valutazione della carie periferica è principalmente clinica e si basa sull'ispezione delle superfici non occlusali della corona, dove la perdita di tessuto calcificato può essere riconosciuta macroscopicamente e graduata in funzione dell'estensione ai diversi tessuti dentari (Nuttall & Ravenhill, 2019).

4.5 Fratture dentarie

Le fratture dei denti guanciali possono presentare configurazioni differenti e avere origine traumatica, iatrogena, idiopatica oppure essere associate alla carie infundibolare. Nei denti mascellari sono frequenti le fratture sagittali buccali della corona clinica, indicate anche come *slab fracture*, il cui piano attraversa i corni pulpari 1 e 2; sono inoltre descritte fratture sagittali palatali o linguali e mediane, in relazione alle strutture dentarie coinvolte. Le fratture sagittali mediane attraversano entrambi gli infundiboli, mentre quelle buccali e palatali o linguali interessano differenti gruppi di corni pulpari (Dixon et al., 2021; Rowley et al., 2022).

L'esame della cavità orale consente di riconoscere numerose fratture della corona clinica, ma non sempre permette di stabilirne l'estensione o l'eventuale coinvolgimento delle porzioni più profonde del dente. L'esame radiografico può fornire informazioni sulle conseguenze a carico delle strutture apicali e periapicali, ma alcune fratture, soprattutto quelle localizzate più apicalmente, possono risultare difficili da identificare. La TC consente invece una valutazione più accurata del piano di frattura e dei tessuti dentari coinvolti e permette contemporaneamente di

ricercare eventuali alterazioni endodontiche e periapicali associate. Tra queste possono essere riconosciute modificazioni della polpa, ampliamento dello spazio periodontale, rimodellamento apicale e alterazioni dell'osso alveolare o dei seni paranasali adiacenti (Stieger-Vanegas & Hanna, 2022; Rowley et al., 2022).

Il coinvolgimento degli infundiboli, in particolare nelle fratture sagittali mediane, risulta strettamente associato alla presenza di alterazioni endodontiche e apicali, rilevabili mediante TC, e può accompagnarsi a sinusite nei denti mascellari. L'assenza di segni clinici riferibili a dolore orale non consente inoltre di escludere un coinvolgimento apicale, sottolineando l'importanza dell'imaging nella valutazione del dente fratturato (Rowley et al., 2022).

La risonanza magnetica può evidenziare fratture dentarie di maggiori dimensioni, ma il suo impiego rimane complementare: nelle patologie dentarie la sua utilità diagnostica è principalmente legata alle alterazioni della cavità pulpare, dello spazio periodontale e dei tessuti alveolari circostanti. La TC rappresenta, invece, la metodica di riferimento per lo studio delle strutture dentarie mineralizzate (Manso-Díaz et al., 2021).

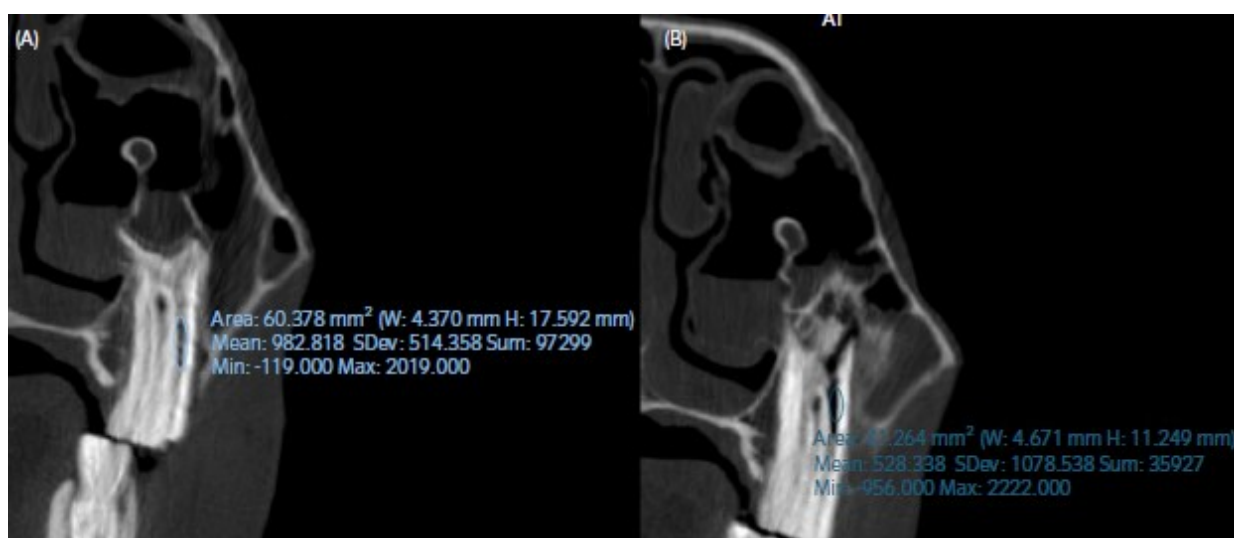


Figura 4.3. Ricostruzioni TC trasversali dello stesso dente guanciaie mascellare fratturato, con aspetto eterogeneo del tessuto endodontico. La misurazione dell'attenuazione evidenzia valori minimi di -119 HU (A) e -956 HU (B), compatibili con la presenza di gas all'interno del sistema endodontico. Immagine tratta dalla Figura 2 di Rowley et al. (2022) in A Computed Tomographic Study of Endodontic and Apical Changes in 81 Equine Cheek Teeth With Sagittal Fractures, distribuita con licenza CC BY.

4.6 Patologie dello sviluppo e dell'eruzione dentaria

Le anomalie dello sviluppo dentario possono interessare il numero e la morfologia degli elementi dentari. La riduzione del numero dei denti comprende condizioni di ipodonzia e oligodonzia e, nei casi più estremi, anodonzia, mentre la polidonzia è caratterizzata dalla presenza di elementi soprannumerari, che possono presentare una conformazione normale oppure risultare malformati. Le alterazioni displasiche possono modificare in maniera considerevole la normale architettura del dente e rendere difficile distinguere la sola anomalia morfologica dalla presenza di una concomitante patologia apicale. In questi casi, la TC consente una caratterizzazione più accurata della struttura dentaria e dei tessuti circostanti, contribuendo a differenziare i denti malformati da quelli associati ad alterazioni infiammatorie apicali (Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

Anche le alterazioni legate all'eruzione possono richiedere il supporto della diagnostica per immagini. La persistenza di denti decidui può essere riconosciuta durante l'esame della cavità orale, mentre l'assenza apparente di un elemento dentario può rendere necessario accertare radiograficamente se il dente sia realmente assente, ritenuto oppure presente al di sotto della gengiva in seguito a frattura. Nei cavalli giovani, inoltre, l'esame radiografico e la TC devono essere interpretati tenendo conto delle normali modificazioni associate allo sviluppo; in particolare, aree radiotrasparenti adiacenti agli apici immaturi, definite "cisti da eruzione", rappresentano un reperto non patologico che può essere erroneamente interpretato come un processo apicale o periapicale (Bishop, 2022; Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

Tra le anomalie dello sviluppo, rientra anche la cisti dentigera, caratterizzata dalla presenza di una struttura cistica associata a tessuto dentario ectopico, spesso localizzato in prossimità dell'osso temporale. L'esame radiografico può consentire l'identificazione della struttura dentiforme in posizione anomala, ma può non definire adeguatamente il coinvolgimento osseo circostante. La TC e la RM permettono invece di valutare più completamente l'estensione della lesione e i rapporti con le strutture adiacenti, risultando particolarmente utili nei casi in cui siano presenti deformazioni o rimodellamento delle ossa del cranio (Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

4.7 Riassorbimento odontoclastico e ipercementosi del cavallo (EOTRH)

L'EOTRH (*equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis*) è una patologia progressiva e dolorosa caratterizzata dalla coesistenza, in proporzioni variabili, di riassorbimento dei tessuti dentari mineralizzati e deposizione eccessiva di cemento, prevalentemente a carico della porzione intra-alveolare del dente. La malattia interessa soprattutto gli incisivi dei cavalli anziani, ma può coinvolgere anche i canini e, più raramente, i denti guanciali. Le lesioni possono presentarsi con predominanza della componente riassorbitiva, dell'ipercementosi oppure con una combinazione delle due alterazioni (Rahmani et al., 2019; Nugent et al., 2025).

L'esame radiografico rappresenta una metodica particolarmente utile per la diagnosi, poiché consente di identificare alterazioni anche in denti che non presentano lesioni evidenti all'esame clinico. I reperti radiografici comprendono un aumento di volume e un'irregolarità della porzione intra-alveolare, associati all'ipercementosi, aree di riassorbimento della corona di riserva e dell'apice, ampliamento irregolare dello spazio del legamento parodontale, coinvolgimento dell'osso alveolare e, nei casi più avanzati, fratture dentarie. Le alterazioni riassorbitive risultano frequentemente localizzate nella regione apicale e nella corona di riserva e possono essere presenti anche in elementi dentari apparentemente normali dal punto di vista clinico (Rahmani et al., 2019; Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

La microtomografia computerizzata (micro-TC) è una tecnica tomografica ad alta risoluzione che consente di analizzare, con grande dettaglio, la struttura interna di campioni di piccole dimensioni. Nello studio di Nugent et al. (2025) è stata applicata *ex vivo* a denti estratti, permettendo una valutazione dettagliata delle diverse componenti dentarie. La micro-TC ha consentito di caratterizzare irregolarità della superficie, aree di riassorbimento, modificazioni della morfologia radicolare e alterazioni della cavità pulpare, risultando inoltre più sensibile della radiografia nell'identificazione delle modificazioni associate all'EOTRH. Nel contesto della valutazione dentaria equina, la micro-TC viene impiegata su campioni *ex vivo*, mentre l'esame radiografico rappresenta una metodica più facilmente applicabile *in vivo* alla valutazione clinica del cavallo (Nugent et al., 2025).

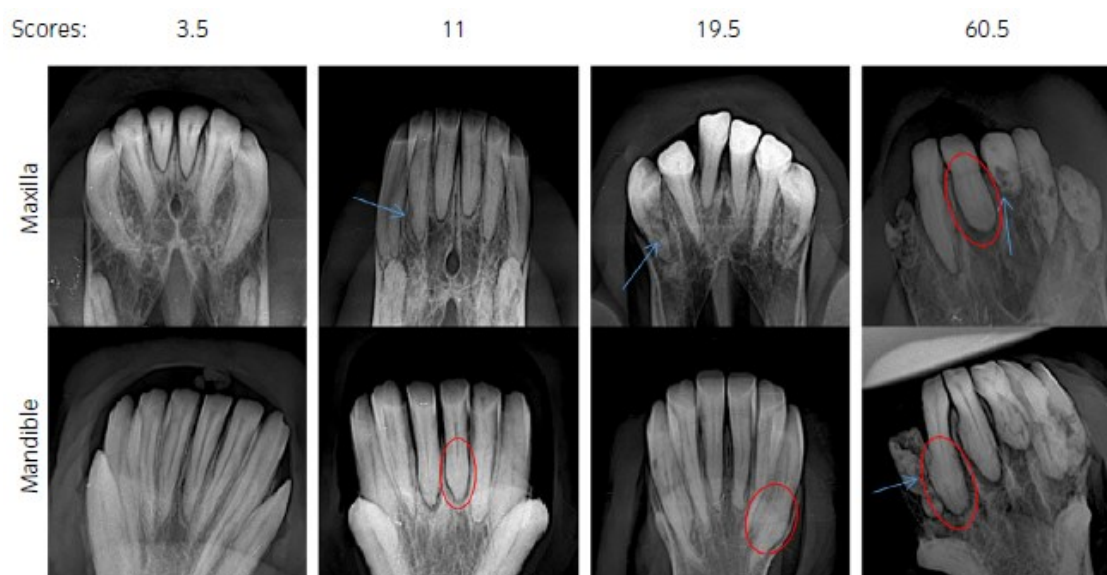


Figura 4.4. Radiografie rappresentative di differenti gradi di EOTRH in quattro soggetti. La riga superiore mostra i denti mascellari (Maxilla) e quella inferiore i denti mandibolari (Mandible). Le frecce blu indicano le aree di riassorbimento dentario, mentre i cerchi rossi evidenziano l'ipercementosi. I valori riportati superiormente rappresentano il punteggio radiografico attribuito ai quattro soggetti nello studio. Immagine tratta dalla Figura 1 di Nugent et al. (2025) in Characterisation of equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis: A comparative study using microCT and radiography in age-matched controls, distribuita con licenza CC BY.

4.8 Patologie dentarie associate ai seni paranasali

Le patologie dei denti guanciali mascellari possono estendersi ai seni paranasali e determinare una sinusite secondaria di origine dentaria. Tale evenienza riguarda soprattutto le infezioni apicali dei denti guanciali mascellari più caudali, i cui apici sono strettamente associati al seno mascellare. Il coinvolgimento sinusale può, pertanto, rappresentare una conseguenza della progressione del processo infettivo oltre i tessuti periapicali e l'osso alveolare (Liuti et al., 2018b; Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

L'esame radiografico può consentire di riconoscere il coinvolgimento dei seni, soprattutto in presenza di accumulo di fluido o di marcato ispessimento della mucosa; tuttavia, l'identificazione dell'origine dentaria può risultare più complessa. Il contenuto sinusale, l'ispessimento mucoso e le eventuali alterazioni dell'osso adiacente possono infatti ostacolare la valutazione radiografica della corona di riserva e dell'apice dei denti interessati. La difficoltà è particolarmente rilevante

per i denti guanciali caudali, nei quali le alterazioni apicali possono non essere chiaramente riconoscibili radiograficamente (Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

La TC permette invece di valutare contemporaneamente il dente responsabile, i tessuti periapicali e i compartimenti sinusali coinvolti, senza la sovrapposizione delle strutture anatomiche. Oltre alle alterazioni sinusali, possono essere evidenziati reperti riferibili all'infezione dentaria, quali modificazioni dei corni pulpari, presenza di gas intrapulpale, ampliamento dello spazio periodontale, rimodellamento o frammentazione apicale e alterazioni dell'osso alveolare. La metodica assume, pertanto, particolare importanza nei casi di sospetta sinusite dentaria, nei quali l'esame radiografico non consenta di identificare con certezza l'elemento dentario coinvolto (Liuti et al., 2018b; Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

Nel complesso, l'integrazione tra l'esame odontostomatologico e la diagnostica per immagini riveste un ruolo fondamentale nella valutazione delle patologie dentarie del cavallo. L'esame radiografico rappresenta una metodica di grande utilità nella pratica clinica, mentre la TC consente una caratterizzazione più approfondita delle alterazioni dentarie, periapicali e delle strutture adiacenti nei casi più complessi o dubbi (Bishop, 2022; Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

Nel capitolo successivo verrà approfondito il contributo dell'esame ecografico alla diagnostica del cranio equino, con particolare riferimento alle principali strutture valutabili mediante questa metodica.

5 Esame ecografico del cranio equino

L'esame ecografico rappresenta una metodica diagnostica facilmente disponibile e applicabile alla valutazione di numerose alterazioni del distretto cranio-facciale, riguardanti sia i tessuti molli, sia le strutture ossee accessibili all'esame. La localizzazione superficiale di molte strutture della testa ne favorisce, infatti, la valutazione ecografica, rendendo possibile l'esame mirato di una specifica regione, in presenza di un'alterazione localizzata, oppure un'indagine più estesa quando i segni clinici non consentono di individuare immediatamente la sede del processo patologico (Vaughan et al., 2011).

Nell'iter diagnostico delle patologie della testa del cavallo, l'esame ecografico può essere impiegato come metodica complementare alle altre tecniche di diagnostica per immagini. In alcuni casi i reperti ecografici possono contribuire direttamente alla definizione del quadro diagnostico e all'impostazione del trattamento, mentre in altri possono orientare verso la necessità di ulteriori approfondimenti mediante metodiche di diagnostica per immagini avanzata (Vaughan et al., 2011).

5.1 Tecnica ecografica e criteri di interpretazione

Per l'esecuzione dell'esame ecografico della testa è generalmente necessaria un'adeguata preparazione della regione di interesse. Una lieve sedazione può essere utile per limitare i movimenti dell'animale durante la manipolazione della testa; la zona da esaminare viene quindi tosata, lavata e ricoperta di gel ecografico, al fine di favorire un contatto adeguato tra la sonda e la superficie cutanea e ottimizzare la qualità dell'immagine (Vaughan et al., 2011).

La scelta del trasduttore dipende principalmente dalla profondità e dalle caratteristiche anatomiche della struttura da valutare; per le strutture più superficiali possono essere utilizzate sonde lineari ad alta frequenza, generalmente comprese tra 7 e 14 MHz, mentre trasduttori microconvex, con frequenze inferiori, comprese tra 4 e 8 MHz, risultano particolarmente utili in presenza di marcata tumefazione o quando sia necessaria una maggiore penetrazione per esaminare strutture più profonde (Vaughan et al., 2011).

Una corretta interpretazione dell'esame richiede una conoscenza precisa dell'anatomia della regione valutata e dei rapporti tra le strutture nel piano di scansione. Tale principio assume particolare importanza nella valutazione di regioni anatomicamente complesse, nelle quali la

posizione e l'orientamento della sonda possono condizionare le strutture visualizzabili e il loro aspetto ecografico. La correlazione tra immagini ecografiche e corrispondenti sezioni anatomiche è stata utilizzata, ad esempio, per definire l'aspetto normale delle strutture dell'articolazione temporomandibolare e costituisce un riferimento per la loro successiva valutazione diagnostica (Rodríguez et al., 2007).

5.2 Valutazione ecografica delle strutture ossee superficiali e dell'articolazione temporomandibolare (ATM)

L'esame ecografico consente di valutare le superfici ossee del cranio accessibili alla scansione e può evidenziarne alterazioni associate, in particolare, a processi traumatici o infiammatori. In presenza di osteomielite, la superficie ossea può apparire ispessita, poco definita o proliferativa, eventualmente associata a scollamento del periostio e alla presenza di un sottile strato ipoecogeno o anecogeno sovrastante la superficie ossea alterata. Qualora siano presenti tragitti fistolosi, questi possono essere seguiti ecograficamente dalla lesione cutanea fino alla superficie ossea interessata. Nelle fratture, invece, possono essere rilevate discontinuità a gradino della superficie ossea, normalmente regolare (Vaughan et al., 2011).

L'articolazione temporomandibolare (ATM) può essere esaminata mediante approcci rostrale, laterale e caudale, che consentono di valutare differenti porzioni delle superfici articolari e delle strutture periarticolari. Nel soggetto sano, le superfici ossee articolari sono visualizzabili come linee iperecogene regolari, associate a ombra acustica, mentre il disco articolare presenta, nelle scansioni rostrale e laterale, un aspetto ecogeno omogeneo e di forma triangolare. La cartilagine articolare è maggiormente distinguibile nei soggetti giovani, nei quali appare come una sottile banda ipoecogena, interposta tra il disco e la superficie ossea, mentre nell'adulto la sua identificazione può risultare più difficoltosa (Rodríguez et al., 2007).

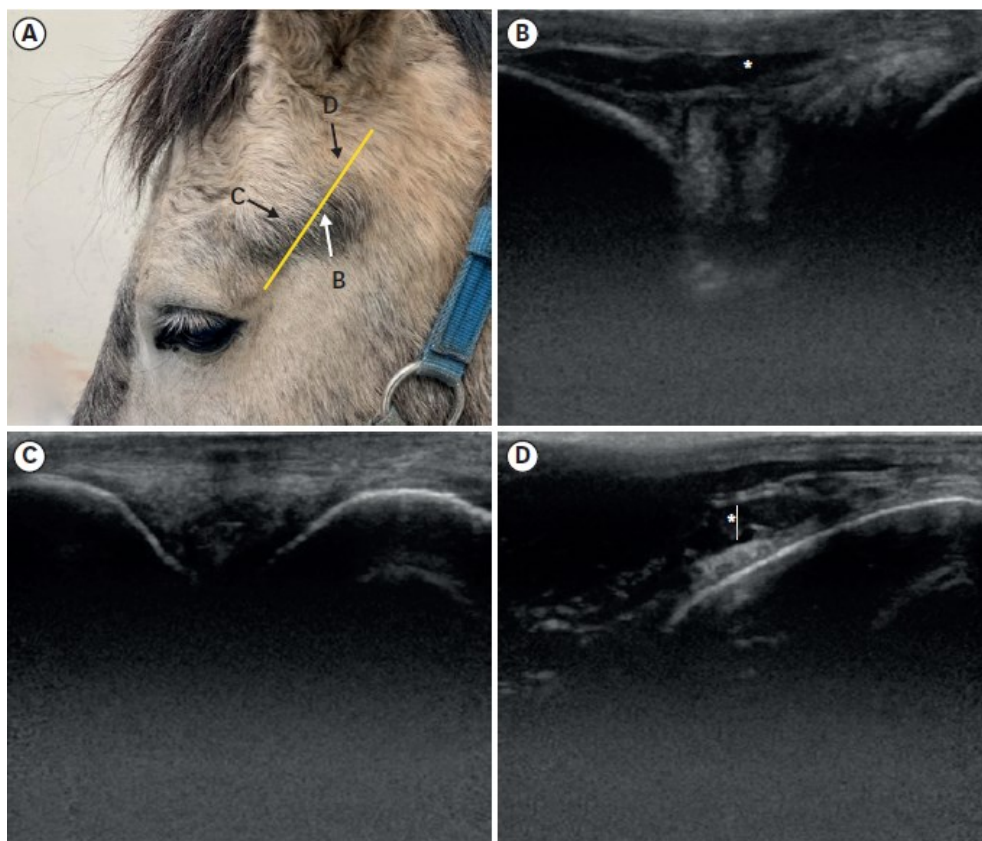


*Figura 5.1. Valutazione ecografica dell'articolazione temporomandibolare equina mediante differenti piani di scansione. (A) Localizzazione della regione di esame e orientamento delle scansioni sulla superficie laterale della testa; (B) piano obliquo laterale; (C) piano obliquo rostrale; (D) piano obliquo caudale. L'asterisco indica la ghiandola parotidea. Immagine tratta dalla Figura 2 di Lee et al. (2022) in *Computed tomographic features of the temporomandibular joint in 10 Jeju horses*, distribuita con licenza CC BY-NC 4.0.*

Nella valutazione delle alterazioni patologiche dell'articolazione, l'esame ecografico consente di esaminare i margini articolari superficiali, il disco e la membrana sinoviale. Nei casi di artrite settica sono state descritte irregolarità del tubercolo articolare e del condilo mandibolare, associate a modificazioni del disco quali: riduzione di spessore, lacerazione, perdita di riconoscibilità o estrusione. Possono, inoltre, essere presenti ispessimento o proliferazione della membrana sinoviale, con o senza aumento del liquido sinoviale (Vaughan et al., 2011).

5.3 Ruolo dell'esame ecografico nella regione sinonasale e dei seni paranasali

Nel distretto sinonasale, il contributo dell'esame ecografico appare più circoscritto rispetto a quanto osservato per le strutture superficiali del cranio. Nella casistica di Fenner et al. (2019), relativa a 37 cavalli affetti da cisti dei seni paranasali, l'esame ecografico venne eseguito soltanto in tre soggetti, in corrispondenza della tumefazione facciale. In questi casi, l'assottigliamento dell'osso sovrastante consentì di rilevare la presenza di fluido omogeneo e anecogeno al di sotto dell'osso. Tuttavia, l'esame ecografico non consentì di stabilire la diagnosi di cisti sinusale; per la diagnosi definitiva fu necessario ricorrere all'esame radiografico o alla tomografia computerizzata. Quest'ultima consentì, inoltre, di definire con maggiore precisione l'estensione della lesione e le alterazioni ossee determinate dalla sua espansione. L'impiego dell'esame ecografico nella regione sinusale risulta, pertanto, soprattutto complementare e può fornire informazioni locali quando le modificazioni delle strutture ossee superficiali rendono accessibile all'esame il contenuto sottostante (Fenner et al., 2019).

5.4 Tumefazioni e lesioni dei tessuti molli cranio-facciali

L'esame ecografico trova applicazione nella valutazione delle tumefazioni superficiali della testa, consentendo di esaminare la struttura interna delle lesioni e i tessuti circostanti. L'aspetto ecografico delle masse può essere molto variabile in relazione alla sede e alla loro natura: possono essere presenti aree con differente ecogenicità, comprese regioni anecogene, associate a fenomeni necrotici, e aree iperecogene riferibili a mineralizzazione. Tali caratteristiche non consentono, tuttavia, da sole, di stabilire la natura della lesione, per la quale può rendersi necessaria una conferma istopatologica (Vaughan et al., 2011).

L'indagine ecografica può, inoltre, essere utile nella valutazione dei linfonodi sottomandibolari e retrofaringei. I primi sono comunemente visualizzabili nello spazio intermandibolare, mentre i linfonodi retrofaringei risultano più difficilmente identificabili in condizioni normali e diventano maggiormente evidenti quando aumentati di volume. Alterazioni, quali linfadenite, ascessualizzazione e coinvolgimento neoplastico, possono determinare aumento delle dimensioni, irregolarità dei margini ed eterogeneità della struttura interna. Nei linfonodi interessati da processi ascessuali possono essere osservate aree cavitari ipoecogene o anecogene, fino alla perdita della normale architettura linfonodale, nei casi più estesi (Vaughan et al., 2011).

5.5 Procedure ecoguidate

L'impiego dell'esame ecografico nelle procedure interventistiche consente di visualizzare in tempo reale il decorso dell'ago e la sua relazione con le strutture anatomiche circostanti. Nelle tecniche ecoguidate del distretto cranico, la visualizzazione di nervi e vasi sanguigni può contribuire a evitare strutture sensibili e a ridurre il rischio di complicazioni associate al posizionamento dell'ago. In ambito equino vengono comunemente impiegate tecniche a mano libera, nelle quali trasduttore e ago sono controllati separatamente, consentendo di modificare la direzione dell'ago durante la procedura, mantenendo il monitoraggio ecografico (Johnson et al., 2021).

L'ecoguida può essere utilizzata sia per procedure diagnostiche, quali aspirazione con ago sottile e biopsia, sia per procedure terapeutiche o anestesilogiche. Nel distretto della testa sono state descritte, tra le altre, infiltrazioni ecoguidate dei nervi mascellare e alveolare inferiore; in quest'ultimo caso, l'identificazione ecografica del forame mandibolare consente di guidare l'ago verso la regione di interesse. Tuttavia, anche con guida ecografica rimane possibile il coinvolgimento accidentale di strutture nervose adiacenti, motivo per cui la metodica non elimina completamente i rischi della procedura (Johnson et al., 2021).

Un'applicazione specifica è rappresentata dall'artrocentesi dell'articolazione temporomandibolare. In uno studio sperimentale condotto su sette teste equine da cadavere, Lopez e Carmalt (2026) hanno confrontato l'accesso ai due comparti articolari con e senza guida ecografica. L'utilizzo dell'ecografia non ha determinato una riduzione significativa del numero di tentativi necessari per ottenere un accesso articolare corretto, ma ha consentito di confermare immediatamente, e in modo inequivocabile, l'ingresso nel comparto articolare prescelto, riducendo il rischio di considerare riuscita una procedura eseguita, in realtà, nel comparto errato (Lopez & Carmalt, 2026).

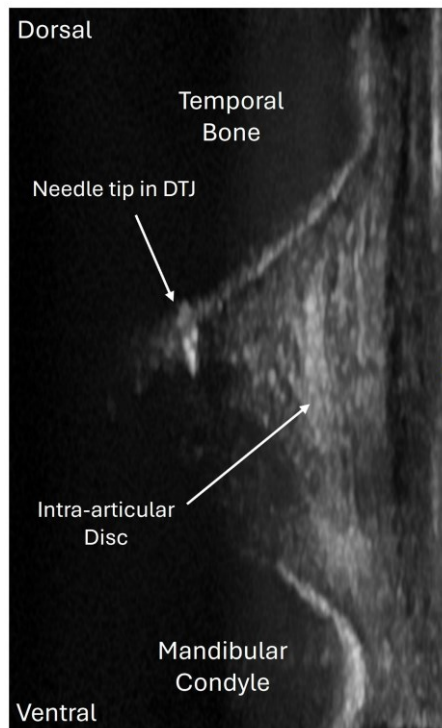


*Figura 5.2. Immagine ecografica dell'articolazione temporomandibolare sinistra con ago posizionato nel comparto discotemporale (DTJ). Sono identificabili l'osso temporale, il disco intra-articolare e il condilo mandibolare; la freccia indica la punta dell'ago all'interno del comparto articolare. Immagine tratta dalla Figura 1 di Lopez & Carmalt (2026) in *Ultrasound guidance aids in determining the success of equine temporomandibular joint arthrocentesis*, distribuita con licenza CC BY.*

5.6 Limiti dell'esame ecografico e integrazione con le altre metodiche

L'esame ecografico presenta alcune limitazioni legate all'accessibilità delle strutture anatomiche e alla possibilità di ottenere una loro adeguata visualizzazione. Ad esempio, come detto in precedenza, nella valutazione dell'articolazione temporomandibolare non tutte le componenti anatomiche risultano identificabili ecograficamente; nel distretto sinusale, invece, l'esame può fornire informazioni locali in presenza di assottigliamento osseo senza necessariamente consentire una diagnosi definitiva (Rodríguez et al., 2007; Fenner et al., 2019).

L'esame ecografico deve pertanto essere inserito in un approccio diagnostico integrato con le altre metodiche di imaging. Può fornire informazioni complementari all'esame radiografico e, in alcuni casi, contribuire all'identificazione di alterazioni non chiaramente evidenziabili radiograficamente. Quando sia invece necessaria una caratterizzazione più completa delle lesioni ossee o della loro estensione anatomica, può rendersi necessario il ricorso a metodiche di

diagnostica per immagini avanzate, in particolare alla tomografia computerizzata. Anche nella valutazione dell'articolazione temporomandibolare, tomografia computerizzata (TC) e risonanza magnetica (RM) consentono di estendere l'esame alle porzioni più mediali dell'articolazione, non valutabili con la stessa completezza mediante ecografia (Vaughan et al., 2011; Lee et al., 2022).

Nel complesso, l'esame ecografico costituisce una metodica utile per la valutazione delle strutture superficiali del cranio, dell'articolazione temporomandibolare e dei tessuti molli cranio-facciali, oltre a trovare applicazione come guida in alcune procedure interventistiche.

Nel capitolo successivo verrà approfondito il contributo della diagnostica per immagini nella valutazione dell'occhio e delle principali strutture orbitarie del cavallo.

6 Diagnostica per immagini dell'occhio e dell'orbita del cavallo

La valutazione, mediante diagnostica per immagini dell'occhio equino, assume particolare utilità quando l'esame diretto risulta ostacolato, come in presenza di opacità della cornea o del segmento anteriore oppure di marcato edema palpebrale. L'esame ecografico permette, inoltre, di approfondire alterazioni delle dimensioni o della posizione del globo e di ottenere informazioni sulle strutture oculari e retrobulbari in modo non invasivo, anche nel cavallo cosciente (Hallowell & Bowen, 2007).

Nei processi che coinvolgono più estesamente l'orbita, la tomografia computerizzata (TC) e la risonanza magnetica (RM) possono fornire informazioni aggiuntive sulla localizzazione e sull'estensione delle lesioni. Il loro impiego risulta particolarmente utile nelle alterazioni occupanti spazio a sede retrobulbare e nei traumi orbitali, consentendo di integrare la valutazione dei tessuti molli con quella delle strutture ossee circostanti (Manso-Díaz et al., 2021).

6.1 Tecnica ecografica e aspetto normale dell'occhio e dell'orbita

L'esame ecografico dell'occhio può essere eseguito mediante approccio transpalpebrale o transcorneale. Nel primo caso, la sonda viene applicata sulle palpebre chiuse e la procedura risulta generalmente ben tollerata, oltre a ridurre il rischio di ulteriori danni in presenza di lesioni corneali; essa può tuttavia essere associata ad una maggiore presenza di artefatti. L'approccio transcorneale prevede, invece, il contatto diretto della sonda con la cornea e consente in genere una migliore qualità dell'immagine, ma richiede anestesia topica e spesso un maggiore contenimento dell'animale (Hallowell & Bowen, 2007).

La valutazione deve essere eseguita in modo sistematico, esplorando il globo secondo piani orizzontali e verticali ed eventualmente mediante scansioni oblique, in presenza di reperti da approfondire. Particolare cautela è richiesta nei soggetti traumatizzati o quando non sia possibile verificare direttamente l'integrità del globo, poiché una pressione eccessiva esercitata con la sonda potrebbe aggravare eventuali lesioni della cornea o della sclera. L'esame può comprendere in successione: la cornea, le camere oculari, l'iride e il corpo ciliare, il cristallino, il corpo vitreo, la retina e le strutture orbitarie posteriori (Hallowell & Bowen, 2007; Scotty et al., 2004).

Nel soggetto normale, la cornea appare come una sottile struttura omogeneamente ecogena, mentre l'umor acqueo e il corpo vitreo sono normalmente anecogeni. Il cristallino è delimitato

anteriormente e posteriormente da linee ecogene corrispondenti alla capsula, con una porzione interna normalmente anecogena. L'iride e il corpo ciliare sono identificabili anteriormente al cristallino, mentre posteriormente retina, coroide e sclera tendono a presentarsi ecograficamente come un'unica banda, risultando difficilmente distinguibili tra loro con le apparecchiature convenzionali. Il confronto con l'occhio controlaterale può essere utile per riconoscere eventuali asimmetrie di dimensioni o di aspetto delle strutture oculari (Hallowell & Bowen, 2007).

Nello spazio retrobulbare possono essere riconosciuti il nervo ottico, il tessuto adiposo, i muscoli extraoculari e il profilo osseo dell'orbita. Il nervo ottico e i muscoli extraoculari appaiono prevalentemente ipoecogeni, mentre il tessuto adiposo presenta un aspetto relativamente ipoecogeno ed eterogeneo; il margine osseo dell'orbita è invece fortemente ecogeno e determina la formazione di ombra acustica. Questi reperti costituiscono il riferimento per il riconoscimento delle alterazioni che interessano le strutture retrobulbari, che verranno descritte nei paragrafi successivi (Hallowell & Bowen, 2007).

6.2 Principali alterazioni intraoculari valutabili mediante ecografia

Tra le alterazioni del cristallino, la cataratta è caratterizzata ecograficamente da un aumento dell'ecogenicità della lente, che può interessarne porzioni variabili e associarsi a modificazioni delle dimensioni e della morfologia. L'esame ecografico può quindi contribuire alla valutazione dell'estensione e della sede dell'opacità, oltre a consentire l'esame delle strutture posteriori quando queste non siano direttamente visualizzabili. Tale aspetto assume particolare importanza nella valutazione dei soggetti candidati alla chirurgia della cataratta, nei quali la presenza di alterazioni associate del segmento posteriore può condizionare l'indicazione e la prognosi dell'intervento (Scotty et al., 2004; Hallowell & Bowen, 2007).

L'ecografia consente, inoltre, di riconoscere alterazioni della posizione e dell'integrità del cristallino. Nelle lussazioni e sublussazioni, la lente risulta spostata rispetto alla sede fisiologica e possono modificarsi i rapporti con le camere oculari; la variazione della profondità della camera anteriore può costituire un ulteriore reperto associato. In caso di rottura capsulare, possono essere rilevate irregolarità del profilo della capsula e modificazioni delle dimensioni del cristallino; in alcuni casi è inoltre possibile identificare materiale lenticolare nelle camere oculari (Hallowell & Bowen, 2007; Scotty et al., 2004).

Anche il contenuto delle camere oculari e del corpo vitreo può essere valutato ecograficamente. La presenza di sangue, fibrina, materiale purulento o altri detriti cellulari determina la comparsa di echi in sedi normalmente anecogene. Nel vitreo, le opacità possono assumere aspetto puntiforme, diffuso o membranoso e presentare ecogenicità variabile; il movimento del contenuto durante gli spostamenti del globo o della testa può contribuire alla caratterizzazione del reperto. Poiché alterazioni di diversa natura possono presentare aspetti parzialmente sovrapponibili, l'interpretazione deve essere effettuata in relazione agli altri reperti oculari e al quadro clinico (Hallowell & Bowen, 2007; Scotty et al., 2004).

Il distacco della retina rappresenta una delle alterazioni del segmento posteriore di maggiore rilevanza diagnostica. Ecograficamente può apparire come una struttura lineare o curvilinea ecogena che si estende nel corpo vitreo e, nei distacchi più caratteristici, mantiene l'inserzione a livello della papilla del nervo ottico, determinando il cosiddetto "segno del gabbiano" (*seagull sign*). È tuttavia necessario differenziarlo da membrane vitreali, detriti infiammatori e altre opacità del vitreo, mediante l'esame in più piani e la valutazione dei punti di inserzione e della mobilità della struttura. Il riconoscimento di un distacco retinico è particolarmente importante nei soggetti con cataratta, poiché può rappresentare una controindicazione alla chirurgia del cristallino (Scotty et al., 2004; Hallowell & Bowen, 2007).

Nei processi infiammatori più estesi, come l'endoftalmite, possono essere osservati un aumento diffuso dell'ecogenicità della camera anteriore e del corpo vitreo, ispessimento della banda posteriore costituita da retina, coroide e sclera e, in alcuni casi, ispessimento dell'iride e del corpo ciliare. L'ecografia può inoltre documentare variazioni delle dimensioni e della conformazione del globo, risultando di supporto anche nel riconoscimento di condizioni quali microftalmo, buftalmo e ftisi bulbare (Scotty et al., 2004).

6.3 Alterazioni dello spazio retrobulbare e dell'orbita

Le alterazioni dello spazio retrobulbare possono comprendere processi infiammatori o ascessuali, emorragie e lesioni neoplastiche, che possono determinare modificazioni dell'architettura dei tessuti orbitali e della posizione del globo. L'esame ecografico consente di riconoscere asimmetrie e alterazioni dell'ecogenicità delle strutture retrobulbari e risulta particolarmente utile nella valutazione di soggetti con esoftalmo, nei quali la presenza di una lesione occupante spazio può

essere sospettata sulla base della deformazione o dello spostamento del globo e dell'aspetto dei tessuti circostanti (Hallowell & Bowen, 2007).

L'aspetto ecografico delle diverse lesioni può tuttavia essere parzialmente sovrapponibile. Gli ascessi possono presentarsi come aree a ecogenicità ridotta e determinare una marcata asimmetria dello spazio retrobulbare; le emorragie tendono invece ad assumere un aspetto eterogeneo, mentre le neoplasie possono mostrare ecogenicità variabile e, in presenza di aree necrotiche, risultare difficilmente distinguibili da una raccolta ascessuale. Per questo motivo, i reperti ecografici devono essere interpretati insieme al quadro clinico e non consentono sempre di stabilire con certezza la natura della lesione (Hallowell & Bowen, 2007).

Un esempio delle potenzialità e dei limiti dell'esame ecografico è riportato da Van den Top et al. (2007) e riguarda il caso di un cavallo con ascesso retrobulbare. Inizialmente l'esame evidenziò una tumefazione poco definita localizzata ventralmente e caudalmente al globo; durante il follow-up la lesione aumentò di dimensioni, comprimendo e deformando l'occhio, e apparve essere costituita da materiale prevalentemente ipoecogeno, contenente piccoli punti ecogeni e delimitato da una capsula ispessita. L'assenza di flusso al Doppler e il movimento del contenuto alla compressione risultavano compatibili con una raccolta ascessuale, ma l'esame ecografico non permetteva di definirne con precisione l'estensione né l'eventuale coinvolgimento delle strutture ossee. Per questo motivo, fu successivamente eseguito un esame TC, finalizzato a una valutazione più completa della lesione (Van den Top et al., 2007).

Quando l'ecografia non consente di caratterizzare completamente una lesione retrobulbare, la TC e la RM permettono di estendere la valutazione all'intera orbita ed ai rapporti con le strutture circostanti. Entrambe possono essere impiegate nella valutazione di ascessi, processi infiammatori e neoplasie orbitarie e risultano particolarmente utili per definire l'estensione delle lesioni occupanti spazio e l'eventuale coinvolgimento delle regioni nasali o intracraniche. La TC consente, inoltre, una valutazione più accurata delle strutture ossee, mentre la RM offre una migliore risoluzione complessiva dei tessuti molli retrobulbari (Manso-Díaz et al., 2021).

Il confronto tra queste metodiche verrà approfondito nel paragrafo dedicato all'integrazione diagnostica.



*Figura 6.1. Immagini TC dello spazio retrobulbare in un cavallo con neoplasia neuroendocrina multicentrica. Nelle ricostruzioni trasversale (A) e dorsale (B) è visibile una massa retrobulbare ben delimitata, caratterizzata da una lieve captazione di mezzo di contrasto eterogenea, che determina dislocazione laterale e caudale del globo e spostamento caudale del nervo ottico, senza evidenza di suo coinvolgimento diretto. Immagine tratta dai pannelli A e B della Figura 19 di Stieger-Vanegas & Hanna (2022) in *The Role of Computed Tomography in Imaging Non-neurologic Disorders of the Head in Equine Patients*, distribuita con licenza CC BY.*

6.4 Traumi e fratture orbitarie

Le fratture orbitarie possono coinvolgere differenti componenti del margine osseo dell'orbita e associarsi a lesioni del globo o delle strutture adiacenti. In relazione alla sede e all'estensione del trauma, possono inoltre essere interessati i seni paranasali o il dotto nasolacrimale, mentre lo spostamento dei frammenti ossei può determinare deformazione della regione periorbitale o interferire con le strutture oculari. La diagnostica per immagini assume pertanto un ruolo importante non soltanto nell'identificazione della frattura, ma anche nella definizione della sua estensione e delle eventuali complicazioni associate (Gerding et al., 2014).

L'esame radiografico può consentire di identificare e classificare numerose fratture orbitarie e di valutare l'eventuale coinvolgimento delle cavità sinonasali. Nella casistica retrospettiva di Gerding et al. (2014), comprendente 18 cavalli con fratture orbitarie, confermate mediante diagnostica per immagini, l'esame radiografico rappresentò l'unica metodica utilizzata nella maggior parte dei soggetti. La sua interpretazione può tuttavia essere limitata dalla sovrapposizione delle numerose

strutture ossee del cranio, che può rendere difficoltosa la localizzazione dei frammenti e la determinazione dell'effettiva estensione della lesione (Gerding et al., 2014).

Nei traumi più complessi, in particolare in presenza di fratture comminute, la TC consente una caratterizzazione più precisa delle alterazioni ossee, eliminando la sovrapposizione anatomica e permettendo di definire con maggiore accuratezza sede, configurazione ed estensione della frattura. Nello studio di Gerding et al. (2014), la TC fu impiegata in tre cavalli con fratture comminute che coinvolgevano ossa zigomatiche, frontali e lacrimali e fornì informazioni utili alla pianificazione chirurgica. La metodica permette, inoltre, di valutare contemporaneamente i tessuti molli orbitali, grazie al contrasto determinato dal tessuto adiposo presente nell'orbita, mantenendo comunque un particolare vantaggio nella caratterizzazione delle componenti ossee (Gerding et al., 2014; Manso-Díaz et al., 2021).

Quando il trauma impedisce la visualizzazione diretta delle strutture intraoculari, l'esame ecografico può integrare la valutazione dell'occhio consentendo di esaminare il segmento posteriore. Nella casistica di Gerding et al. (2014), l'esame ecografico B-mode transcorneale veniva utilizzato proprio nei casi in cui le strutture intraoculari non risultavano direttamente valutabili. Il suo ruolo rimane tuttavia complementare rispetto all'esame radiografico e soprattutto alla TC nella caratterizzazione delle fratture dell'orbita (Gerding et al., 2014).

6.5 Ruolo della tomografia computerizzata (TC) e della risonanza magnetica (RM) e integrazione delle metodiche

Nella valutazione dell'occhio e dell'orbita, le diverse metodiche di diagnostica per immagini forniscono informazioni complementari e il loro impiego deve essere modulato in relazione alla sede e alle caratteristiche della lesione. L'esame ecografico risulta particolarmente adatto all'esame del globo e delle porzioni accessibili dello spazio retrobulbare, mentre la TC e la RM assumono maggiore rilievo quando sia necessario definire più completamente l'estensione di una lesione ed i suoi rapporti con le strutture circostanti. Rispetto all'esame ecografico, le metodiche tomografiche consentono infatti di esaminare un volume anatomico più ampio, acquisire informazioni secondo differenti piani e valutare regioni la cui esplorazione ecografica è limitata dalla presenza di strutture ossee. L'impiego del mezzo di contrasto può inoltre contribuire a

delimitare le lesioni e a valutarne l'eventuale estensione ai tessuti adiacenti (Manso-Díaz et al., 2021).

Nel distretto orbitario, la TC consente una buona rappresentazione sia delle componenti ossee sia dei tessuti molli e beneficia del contrasto naturale determinato dal tessuto adiposo che circonda le strutture orbitarie. Il suo principale vantaggio rispetto alla RM riguarda, tuttavia, la valutazione delle alterazioni ossee, caratteristica che ne rende particolarmente utile l'impiego nei traumi, nelle fratture e nella pianificazione di eventuali procedure chirurgiche. L'esame radiografico conserva un ruolo nella valutazione delle componenti ossee dell'orbita, soprattutto nei traumi, ma la sovrapposizione delle strutture craniche può limitarne la capacità di localizzare con precisione i frammenti e di definire l'effettiva estensione delle lesioni più complesse (Gerding et al., 2014; Manso-Díaz et al., 2021).

La RM offre invece una migliore risoluzione complessiva dei tessuti molli retrobulbari e risulta particolarmente indicata quando l'interesse diagnostico è rivolto alle strutture nervose ed ai tessuti molli dell'orbita. La metodica può, tuttavia, risultare meno efficace della TC nell'identificazione di piccoli difetti ossei e delle mineralizzazioni dei tessuti molli. TC e RM non devono pertanto essere considerate metodiche alternative equivalenti, ma strumenti con differenti punti di forza, la cui scelta dipende principalmente dalla struttura anatomica e dal processo patologico che si intende caratterizzare (Manso-Díaz et al., 2021).

Nel complesso, la diagnostica per immagini dell'occhio e dell'orbita equina si basa sull'impiego complementare di metodiche in grado di fornire informazioni differenti in relazione alle strutture coinvolte e alla natura del processo patologico. L'esame ecografico riveste un ruolo centrale nella valutazione del globo e delle strutture retrobulbari accessibili; l'esame radiografico mantiene un ruolo soprattutto nella valutazione delle componenti ossee, mentre la TC e la RM consentono di approfondire le alterazioni più profonde o complesse del distretto orbitario.

Nel capitolo successivo verrà approfondito il contributo della diagnostica per immagini alla valutazione delle ghiandole salivari del cavallo.

7 Diagnostica per immagini delle ghiandole salivari del cavallo

La valutazione delle ghiandole salivari del cavallo mediante diagnostica per immagini consente di identificare la struttura coinvolta nei processi patologici e di caratterizzare le eventuali alterazioni del parenchima ghiandolare e dei relativi dotti. Tra le varie metodiche, l'esame ecografico riveste un ruolo di particolare importanza, poiché permette di valutare direttamente la ghiandola parotide, la ghiandola mandibolare e i rispettivi dotti, risultando utile anche nella distinzione dell'origine di tumefazioni che, sulla sola base dell'esame clinico, possono essere difficili da localizzare con precisione (Kilcoyne et al., 2015; Vaughan et al., 2011).

La valutazione radiografica può risultare limitata dalla complessità anatomica della regione e dalla sovrapposizione delle strutture craniche, mostrando spesso reperti poco specifici; pertanto, nei casi in cui sia necessario definire più precisamente l'estensione di una lesione o i suoi rapporti con le strutture profonde circostanti, la valutazione può essere integrata mediante la tomografia computerizzata (TC) e la risonanza magnetica (RM). Anche gli studi contrastografici del sistema duttale possono contribuire alla caratterizzazione delle alterazioni ostruttive (Kilcoyne et al., 2015; Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

7.1 Tecnica ecografica e aspetto normale delle ghiandole salivari maggiori

La valutazione ecografica delle ghiandole salivari richiede il riconoscimento dei principali punti di repere della regione, utili per identificare correttamente le strutture esaminate e seguirne i rapporti con i relativi dotti. Dal punto di vista tecnico, come anticipato nel Capitolo 5, la valutazione può essere eseguita mediante un trasduttore lineare ad alta frequenza (7–14 MHz); in alcuni casi può risultare utile anche un trasduttore microconvex a frequenza intermedia (4–8 MHz) (Kilcoyne et al., 2015).

La ghiandola parotide, la più estesa tra le ghiandole salivari del cavallo, occupa la regione compresa tra la base dell'orecchio e il ramo della mandibola e può essere visualizzata ecograficamente lungo tutta la sua estensione. Dal margine rostroventrale della ghiandola origina il dotto parotideo, che procede rostralmente, incrocia il ramo della mandibola e raggiunge la cavità orale in corrispondenza dei denti guanciali mascellari (Vaughan et al., 2011).

Nel soggetto normale, la ghiandola parotide appare ecograficamente come una struttura prevalentemente ipoecogena, attraversata da un pattern lineare iperecogeno e caratterizzata da

una conformazione “fogliacea” che ne facilita il riconoscimento. Il dotto parotideo, al contrario, può risultare difficilmente distinguibile quando non è dilatato; tuttavia, la sua stretta vicinanza alla vena facciale costituisce un utile punto di repere per seguirne il decorso ecografico (Rodríguez et al., 2007; Vaughan et al., 2011).

La ghiandola mandibolare è localizzata più profondamente rispetto alla parotide e al ramo della mandibola e presenta rapporti mediali con la tasca gutturale, la laringe e l'arteria carotide comune. Il relativo dotto decorre lungo il versante assiale della mandibola, nello spazio intermandibolare; attraverso quest'ultimo possono essere valutate anche le ghiandole sublinguali. In assenza di dilatazione, il dotto mandibolare può risultare difficilmente distinguibile ecograficamente (Kilcoyne et al., 2015; Vaughan et al., 2011).

7.2 Sialoadenite e processi ascessuali

In corso di sialoadenite settica, l'esame ecografico può evidenziare un aumento di volume della ghiandola interessata, associato a raccolte fluide compatibili con formazione ascessuale, presenza di echi iperecogeni riferibili a gas e, in alcuni casi, dilatazione del dotto salivare. Tali alterazioni possono interessare sia la ghiandola parotide sia quella mandibolare e consentono di caratterizzare la distribuzione del processo patologico e l'eventuale coinvolgimento del sistema duttale (Kilcoyne et al., 2015).

Gli echi gassosi, indicativi di un possibile coinvolgimento di microrganismi anaerobi, possono presentarsi come numerose piccole aree iperecogene, distribuite nel parenchima, oppure come accumuli di maggiori dimensioni. La loro presenza può, inoltre, rendere più difficoltosa l'interpretazione ecografica, arrivando a mascherare eventuali sialoliti concomitanti, a causa della loro analoga elevata ecogenicità (Kilcoyne et al., 2015; Vaughan et al., 2011).

L'esame ecografico consente inoltre di valutare l'eventuale coinvolgimento del sistema duttale e di distinguere le alterazioni della ghiandola dalle strutture adiacenti. Tale aspetto assume particolare importanza soprattutto nella regione mandibolare, dove una ghiandola mandibolare patologica può essere localizzata profondamente rispetto a una parotide ecograficamente normale (Kilcoyne et al., 2015).

7.3 Ostruzione dei dotti e sialolitiasi

L'ostruzione dei dotti salivari può essere associata a differenti condizioni, tra cui processi infiammatori, esiti cicatriziali conseguenti a lacerazioni e presenza di sialoliti. Questi ultimi sono concrezioni mineralizzate, localizzate all'interno del dotto, in grado di ostacolare il normale deflusso della saliva. Il rapporto tra sialolitiasi e infiammazione può essere bidirezionale: la stasi salivare conseguente a un'ostruzione può favorire la risalita di microrganismi dalla cavità orale, mentre il materiale infiammatorio presente nel dotto può costituire un nucleo per la successiva formazione di un sialolita (Kilcoyne et al., 2015; Vaughan et al., 2011).

Nel cavallo, la sialolitiasi interessa prevalentemente il dotto parotideo e, più raramente, il dotto mandibolare, con una maggiore frequenza di localizzazione a livello della porzione distale del dotto parotideo. Tale distribuzione conferma la particolare rilevanza del dotto parotideo nella valutazione diagnostica di questa condizione (Carlson et al., 2015).



Figura 7.1. Immagine radiografica in proiezione dorsoventrale della testa di una cavalla con sialolitiasi del dotto parotideo. È visibile una struttura ovalare, ben delimitata e radiopaca (freccia), localizzata lungo il decorso del dotto parotideo destro. Immagine tratta dalla Figura 2 di Aoyama et al. (2018) in Sialolithiasis in equine: case report, distribuita con licenza CC BY.

All'esame ecografico, i sialoliti si presentano come strutture fortemente iperecogene, spesso curvilinee, generalmente associate a ombra acustica ed a dilatazione del dotto a monte dell'ostruzione. L'esame ecografico può risultare particolarmente utile anche quando il sialolito non sia riconoscibile radiograficamente, consentendo di confermare la presenza dello stesso e di valutare eventuali modificazioni del dotto, associate all'ostruzione (Carlson et al., 2015; Kilcoyne et al., 2015).

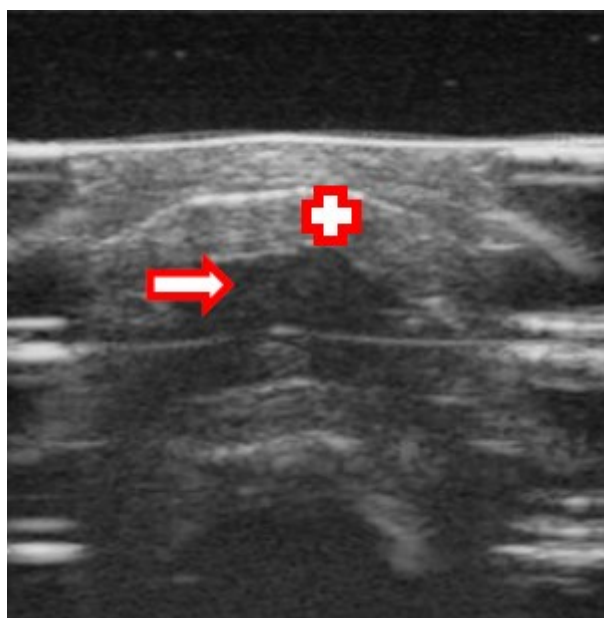


Figura 7.2. Immagine ecografica longitudinale di un sialolito del dotto parotideo destro in una cavalla. Il sialolito presenta una componente periferica iperecogena (croce) e una componente centrale anecogena (freccia), corrispondente al lume. Immagine tratta dalla Figura 3 di Aoyama et al. (2018) in Sialolithiasis in equine: case report, distribuita con licenza CC BY.

7.4 Masse e neoplasie delle ghiandole salivari

Le neoplasie primitive delle ghiandole salivari sono considerate rare nel cavallo. Tra le alterazioni neoplastiche che interessano la regione parotidea, il melanoma assume particolare rilevanza, soprattutto nei cavalli grigi. Ecograficamente, queste lesioni sono generalmente ipoecogene, con margini da regolari a moderatamente irregolari, e possono presentare aree iperecogene associate a mineralizzazione. Sebbene tali caratteristiche possano orientare il sospetto diagnostico, la diagnosi definitiva delle masse salivari richiede la valutazione citologica o istopatologica (McConnell et al., 2014; Vaughan et al., 2011).

La TC può contribuire a definire con maggiore precisione numero, distribuzione ed estensione delle masse melanocitiche della testa. Nello studio di Dixon et al. (2016), comprendente 13 cavalli grigi, le lesioni furono identificate più frequentemente nella regione della ghiandola parotide, nelle tasche gutturali e nelle regioni circostanti la laringe, la faringe e l'apparato ioideo. Tomograficamente, i melanomi apparivano generalmente come masse ben delimitate e iperattenuanti rispetto alla muscolatura adiacente, talvolta contenenti aree ipoattenuanti o mineralizzate. In alcuni soggetti, la TC consentì, inoltre, di riconoscere un numero di masse superiore a quello rilevato mediante il solo esame clinico; in un caso di melanoma parotideo, l'esame post-contrasto permise anche di valutare i rapporti con le strutture vascolari locali ai fini della pianificazione chirurgica (Dixon et al., 2016).

Tra le neoplasie primitive della ghiandola parotide, sono stati descritti anche carcinomi, sebbene eccezionalmente. McConnell et al. (2014) riportarono un caso di carcinoma salivare parotideo papillare-cistico caratterizzato da masse a rapida crescita nelle regioni parotidea e sottomandibolare. L'esame TC *post mortem* evidenziò una voluminosa massa multilobulata dei tessuti molli, estesa a entrambe le tasche gutturali e responsabile di una marcata riduzione del lume naso- e orofaringeo; una seconda massa multilobulata presentava, inoltre, aree mineralizzate irregolari, riferite dagli autori a necrosi e calcificazione distrofica. La diagnosi definitiva si ottenne mediante esame istopatologico (McConnell et al., 2014).

7.5 Ruolo delle metodiche complementari e integrazione diagnostica

L'esame radiografico può contribuire alla valutazione delle patologie delle ghiandole salivari e dei relativi dotti, in particolare quando siano presenti sialoliti mineralizzati. La sovrapposizione delle strutture craniche può tuttavia limitarne la capacità di identificazione; in particolare, i sialoliti localizzati nella porzione prossimale del dotto parotideo risultano più difficili da riconoscere radiograficamente, rispetto a quelli situati nella porzione distale. L'impiego di proiezioni oblique non convenzionali o di acquisizioni a bocca aperta può contribuire a ridurre la sovrapposizione anatomica e a migliorare l'identificazione radiografica dei sialoliti (Carlson et al., 2015; Kilcoyne et al., 2015).

La sialografia rappresenta una metodica complementare nella valutazione del sistema duttale, soprattutto in presenza di una sospetta ostruzione. L'introduzione retrograda di mezzo di contrasto può consentire di delineare il decorso del dotto, evidenziare la sede dell'ostruzione e

rendere riconoscibili eventuali strutture intraluminali, non apprezzabili nei radiogrammi convenzionali. La tecnica può essere eseguita mediante cannulazione dello sbocco del dotto e risulta particolarmente utile nei casi in cui l'esame radiografico semplice non permetta una caratterizzazione soddisfacente della patologia (Carlson et al., 2015; Kilcoyne et al., 2015; Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

La TC permette una valutazione sezionale delle ghiandole salivari e delle strutture circostanti e può evidenziare alterazioni localizzate all'interno o in prossimità del parenchima ghiandolare, dilatazioni dei dotti e sialoliti mineralizzati, che in TC appaiono iperattenuanti. Dopo la somministrazione del mezzo di contrasto, la ghiandola parotide mostra un significativo incremento dell'attenuazione, documentato sia dopo somministrazione intra-arteriosa sia endovenosa del mezzo di contrasto (Crijns et al., 2016; Stieger-Vanegas & Hanna, 2022).

La RM è stata inoltre indicata tra le metodiche avanzate potenzialmente applicabili alla diagnosi delle patologie delle ghiandole salivari; nelle fonti disponibili, tuttavia, il suo impiego nel cavallo risulta meno specificamente caratterizzato rispetto all'ecografia e alla TC (Kilcoyne et al., 2015).

Nel complesso, la diagnostica per immagini delle ghiandole salivari del cavallo si basa principalmente sull'esame ecografico, che consente la valutazione diretta del parenchima ghiandolare e dei relativi dotti e rappresenta un supporto importante nell'identificazione delle principali alterazioni patologiche. Le altre metodiche, in particolare esame radiografico diretto, sialografia e TC, possono integrare l'indagine ecografica nei casi in cui sia necessario approfondire le alterazioni duttali, individuare strutture mineralizzate o definire più precisamente l'estensione delle lesioni ed i rapporti con le strutture circostanti.

Nel capitolo successivo verrà approfondito il ruolo della diagnostica per immagini nella valutazione delle tasche gutturali e delle loro principali patologie.

8 Diagnostica per immagini delle tasche gutturali

La valutazione delle tasche gutturali rappresenta un ambito diagnostico particolarmente complesso per la loro conformazione anatomica e per gli stretti rapporti con numerose strutture vascolari, nervose, muscolari e ossee. L'endoscopia costituisce la metodica di riferimento per l'esame diretto della cavità e delle strutture visibili al suo interno; la diagnostica per immagini svolge, tuttavia, un ruolo complementare, consentendo di valutare con maggiore completezza le alterazioni della tasca e, soprattutto, il possibile coinvolgimento delle strutture circostanti, non interamente esplorabili mediante il solo esame endoscopico (Thomas-Cancian et al., 2023).

Nel presente capitolo verrà approfondito il contributo delle diverse metodiche di imaging nella valutazione delle principali patologie delle tasche gutturali, con particolare riferimento all'empiema e alla formazione di condroidi, al timpanismo, alla micosi e alle masse che possono coinvolgere questa regione.

8.1 Approccio diagnostico e ruolo delle principali metodiche

Tra le metodiche di diagnostica per immagini, l'esame radiografico rappresenta generalmente il primo approfondimento utilizzato ad integrazione dell'endoscopia. Come già descritto nel Capitolo 1, la proiezione laterolaterale (LL) costituisce l'acquisizione più informativa per la valutazione delle tasche gutturali; in presenza di un processo patologico, l'interpretazione si basa soprattutto sul riconoscimento di variazioni dell'opacità, modificazioni delle dimensioni e dei profili delle tasche e sulla presenza di eventuali effetti massa. Le proiezioni ventrodorsali (VD) o dorsoventrali (DV) risultano, invece, meno utili per l'esame diretto delle tasche gutturali a causa della sovrapposizione delle strutture ossee (Thomas-Cancian et al., 2023).

L'esame ecografico presenta delle limitazioni, legate principalmente alla presenza di aria all'interno delle tasche gutturali e all'interposizione del ramo verticale della mandibola, elementi che ostacolano la propagazione del fascio ultrasonoro. In condizioni normali è pertanto visualizzabile soprattutto la superficie della tasca nella regione del triangolo di Viborg, mentre una valutazione più estesa può diventare possibile quando la cavità contiene materiale fluido. L'esame ecografico può, inoltre, contribuire allo studio dei tessuti molli localizzati lateralmente e ventralmente rispetto alla tasca e alla valutazione dell'eventuale coinvolgimento dei linfonodi retrofaringei (Thomas-Cancian et al., 2023).

La tomografia computerizzata (TC) consente una valutazione sezionale della regione, eliminando la sovrapposizione anatomica che caratterizza l'esame radiografico e offrendo una migliore differenziazione dei tessuti molli. Queste caratteristiche permettono di definire con maggiore precisione i rapporti tra le tasche gutturali e le strutture circostanti e di riconoscere eventuali alterazioni ossee associate. La crescente disponibilità della TC, eseguibile con il cavallo in stazione, permette, in alcuni casi, di effettuare l'esame senza ricorrere all'anestesia generale. La risonanza magnetica (RM) può fornire informazioni aggiuntive in casi selezionati, in particolare in presenza di masse che coinvolgono le tasche gutturali, contribuendo a definirne l'estensione nei tessuti molli; rimane tuttavia meno efficace della TC nella valutazione delle strutture ossee e richiede l'esecuzione dell'esame in anestesia generale (Thomas-Cancian et al., 2023).

8.2 Empiema e condroidi

L'empiema rappresenta la patologia più frequentemente riscontrata a carico delle tasche gutturali ed è caratterizzato dall'accumulo di materiale purulento al loro interno. Può svilupparsi in associazione a infezioni delle vie respiratorie superiori oppure in seguito al drenaggio di ascessi dei linfonodi retrofaringei nella tasca ipsilaterale. *Streptococcus equi* subsp. *equi* rappresenta il principale agente associato alle infezioni batteriche primarie delle tasche gutturali. L'accumulo di essudato interessa più frequentemente una sola tasca, sebbene possano essere osservate anche forme bilaterali (Thomas-Cancian et al., 2023).

L'aspetto radiografico varia in relazione alla quantità e alle caratteristiche dell'essudato. In caso di riempimento parziale, la porzione ventrale della tasca presenta un aumento dell'opacità, delimitato dorsalmente da un'interfaccia gas-liquido; l'accumulo di materiale può inoltre determinare un effetto massa, con dislocazione ventrale del tetto della faringe. Quando l'essudato è più denso, l'interfaccia gas-liquido può non essere distinguibile e il materiale può presentare un margine dorsale convesso e un'opacità più eterogenea. Con il completo riempimento della tasca, la componente gassosa residua non è più apprezzabile radiograficamente e l'intera cavità appare occupata da materiale fluido. Un aumento di volume dei linfonodi retrofaringei può determinare, inoltre, un effetto massa in sede caudoventrale rispetto alla tasca, provocando lo spostamento craniale del margine caudale (Thomas-Cancian et al., 2023).

Nelle forme croniche possono essere presenti condroidi, costituiti da materiale purulento addensato, radiograficamente riconoscibili come una o più formazioni nodulari o masse

radiopache all'interno della tasca. Nella casistica di Judy et al. (1999), alcuni condroidi furono identificati esclusivamente mediante endoscopia e altri esclusivamente mediante radiografia, evidenziando la complementarità delle due metodiche nella loro identificazione (Judy et al., 1999; Thomas-Cancian et al., 2023).

L'esame ecografico non viene impiegato di routine nella diagnosi dell'empiema delle tasche gutturali, ma può consentire di rilevare quantità moderate o abbondanti di essudato e contribuire alla valutazione dei linfonodi retrofaringei. Anche la TC trova un'applicazione limitata in questa condizione e viene generalmente riservata a situazioni particolari, come nei rari casi in cui l'empiema sia associato alla presenza di un corpo estraneo (Thomas-Cancian et al., 2023).

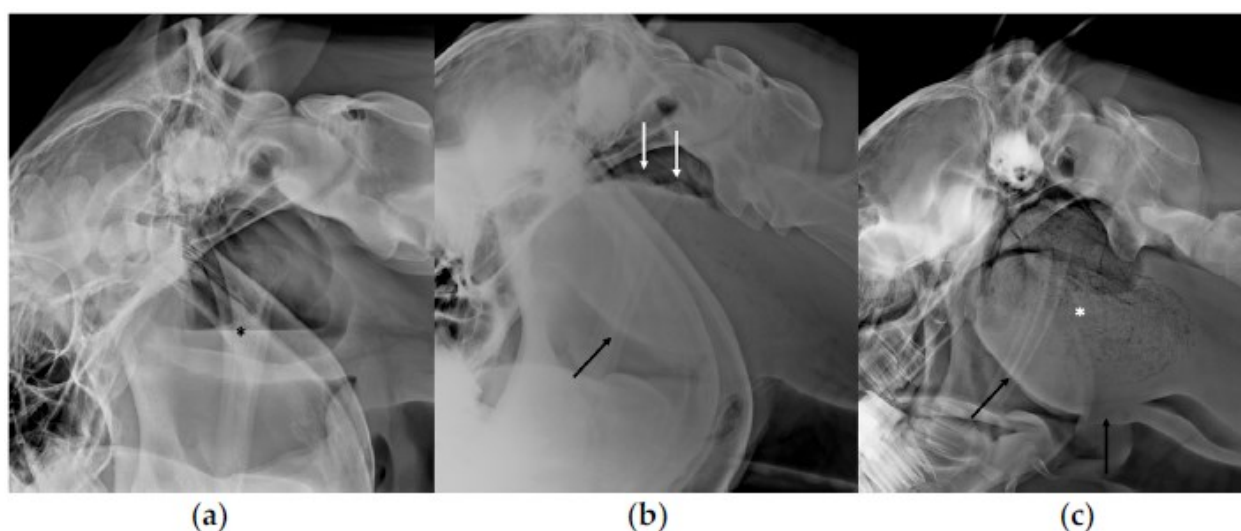


*Figura 8.1. Proiezioni radiografiche laterolaterali di tre cavalli con empiema delle tasche gutturali. In (a) è presente una modesta quantità di fluido con interfaccia gas-liquido (asterisco nero); in (b) l'essudato, più denso, presenta un margine dorsale convesso (frecche bianche); in (c) la tasca è completamente occupata da materiale purulento eterogeneo (asterisco bianco). Nei pannelli (b) e (c) è inoltre evidente la dislocazione ventrale del tetto della faringe (frecche nere). Immagine tratta dalla Figura 4 di Thomas-Cancian et al. (2023) in *Diagnostic Imaging of Diseases Affecting the Guttural Pouch*, distribuita con licenza CC BY 4.0.*

8.3 Timpanismo delle tasche gutturali

Il timpanismo delle tasche gutturali è una condizione che interessa prevalentemente i cavalli giovani ed è caratterizzato da un accumulo anomalo di aria all'interno della tasca, conseguente

ad un'alterazione del normale deflusso attraverso l'orifizio faringeo della tuba uditiva. La progressiva distensione può determinare una tumefazione della regione parotidea e, nei casi più marcati, esercitare una compressione sul rinofaringe, con possibile comparsa di difficoltà respiratoria. Tra le complicanze associate è inoltre riportata la polmonite da aspirazione (Thomas-Cancian et al., 2023; McCue et al., 1989).

L'esame radiografico consente generalmente di riconoscere agevolmente il timpanismo, evidenziando una marcata distensione della tasca gutturale da parte del contenuto gassoso. L'alterazione può essere unilaterale o bilaterale e il margine caudale della tasca distesa assume tipicamente un profilo eccessivamente arrotondato. La distensione può inoltre determinare compressione del rinofaringe e della laringe. Nella casistica di McCue et al. (1989), le tasche interessate apparivano radiograficamente notevolmente dilatate e ripiene di aria e, in alcuni soggetti, era presente anche un livello fluido (Thomas-Cancian et al., 2023; McCue et al., 1989).

La distinzione tra coinvolgimento unilaterale e bilaterale può risultare difficoltosa sulla sola base della tumefazione esterna, poiché una marcata distensione di una singola tasca può estendersi verso il lato controlaterale. In questo contesto, la proiezione ventrodorsale può contribuire a differenziare le forme unilaterali da quelle bilaterali, pur risultando generalmente meno informativa della proiezione laterale per la valutazione diretta delle tasche gutturali. Qualora vi sia il sospetto di una polmonite da aspirazione secondaria, può inoltre essere indicato estendere l'esame radiografico al torace. L'ecografia e le metodiche di imaging avanzato non vengono invece impiegate di routine per la diagnosi del timpanismo (Thomas-Cancian et al., 2023; McCue et al., 1989).



*Figura 8.2. Proiezione radiografica laterolaterale di un puledro con timpanismo delle tasche gutturali. La tasca gutturale è marcatamente distesa da contenuto gassoso; il margine caudale raggiunge il livello del piatto terminale caudale dell'epistrofeo (freccia nera), mentre il margine ventrale è dislocato ventralmente (asterischi neri), determinando compressione delle vie aeree. Immagine tratta dalla Figura 8 di Thomas-Cancian et al. (2023) in *Diagnostic Imaging of Diseases Affecting the Guttural Pouch*, distribuita con licenza CC BY 4.0.*

8.4 Micosi delle tasche gutturali e ruolo dell'imaging nella gestione dell'emorragia

La micosi delle tasche gutturali rappresenta una delle principali cause di emorragia originata da questa regione. Le lesioni micotiche possono interessare differenti porzioni di uno o di entrambi i compartimenti, ma sono più frequentemente localizzate in corrispondenza dell'arteria carotide interna, lungo il tetto dorsale del compartimento mediale. Tra le manifestazioni che possono indirizzare il sospetto diagnostico rientrano: epistassi, alterazioni riferibili ai nervi cranici e secrezione nasale anomala. La conferma diagnostica è affidata all'esame endoscopico delle tasche gutturali (Lepage, 2024; Thomas-Cancian et al., 2023).

In presenza di sospetta epistassi, l'esame endoscopico deve, tuttavia, essere condotto con particolare cautela. Lepage (2024) raccomanda inizialmente di limitare la valutazione alla faringe e agli orifizi faringei delle tasche gutturali, mentre l'ingresso diretto nella cavità viene effettuato

soltanto in assenza di sangue fresco o di coaguli in corrispondenza degli orifizi. In questo contesto, le metodiche di diagnostica per immagini convenzionali non vengono generalmente impiegate per stabilire la diagnosi di micosi, poiché non forniscono informazioni aggiuntive rispetto all'endoscopia (Lepage, 2024; Thomas-Cancian et al., 2023).

L'imaging assume, invece, un ruolo rilevante nella gestione dell'emorragia associata alla micosi, in particolare durante l'embolizzazione transarteriosa mediante *coil*. La procedura viene eseguita sotto guida fluoroscopica e consente il posizionamento del catetere angiografico all'interno del sistema arterioso interessato. L'esecuzione di angiogrammi mediante mezzo di contrasto permette di identificare l'anatomia vascolare, eventuali alterazioni dei vasi e possibili varianti anatomiche, contribuendo alla scelta del sito di occlusione e al corretto posizionamento dei dispositivi embolizzanti. La guida angiografica consente quindi di localizzare e occludere le fonti dell'emorragia, impedendo il flusso ematico attraverso il tratto arterioso interessato (Lepage, 2024).

Dopo l'embolizzazione, la posizione dei *coil* metallici può essere valutata mediante esame radiografico; fluoroscopia, esame radiografico ed ecografico possono inoltre essere utilizzate per verificarne la localizzazione durante la procedura o nel successivo follow-up. In questo modo, il contributo dell'imaging nella micosi delle tasche gutturali risulta principalmente legato alla gestione delle complicanze vascolari e al controllo delle procedure di embolizzazione, piuttosto che alla diagnosi primaria della lesione micotica (Thomas-Cancian et al., 2023).

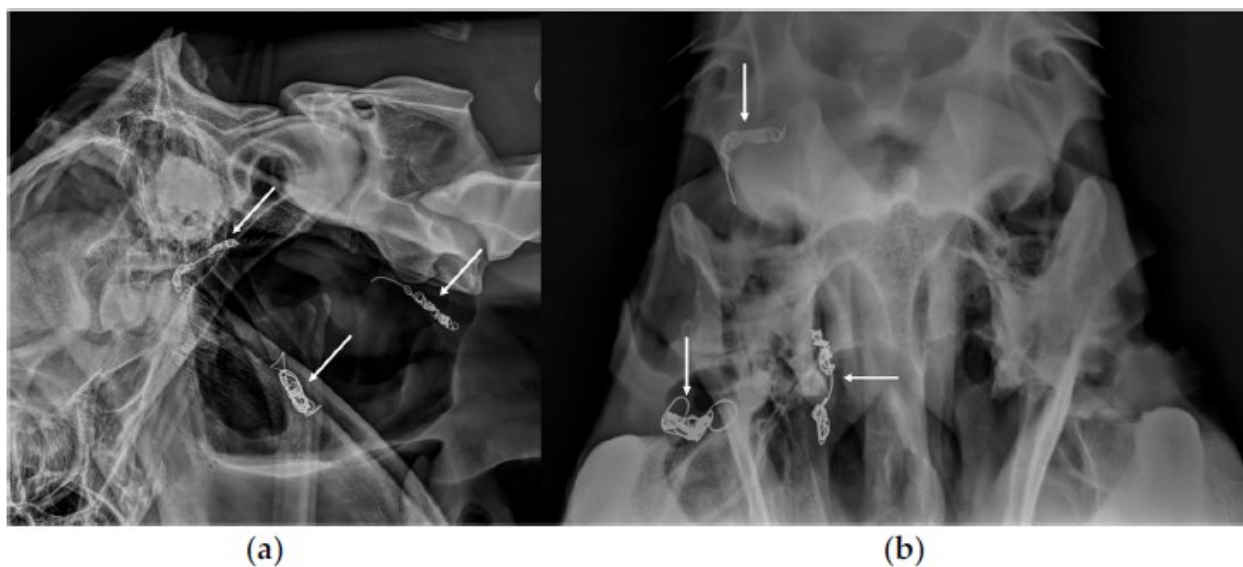


Figura 8.3. Proiezioni radiografiche post-operatorie laterolaterale (a) e ventrodorsale (b) di un cavallo sottoposto a embolizzazione chirurgica dell'arteria carotide interna e dell'arteria carotide esterna per micosi della tasca gutturale destra. I coil metallici utilizzati per l'embolizzazione sono chiaramente identificabili nelle due proiezioni (frecche bianche). Immagine tratta dalla Figura 9 di Thomas-Cancian et al. (2023) in Diagnostic Imaging of Diseases Affecting the Guttural Pouch, distribuita con licenza CC BY 4.0.

8.5 Masse espansive che coinvolgono le tasche gutturali

Le masse espansive che coinvolgono le tasche gutturali sono poco frequenti e possono avere diversa natura. Tra le neoplasie descritte rientrano fibroma, melanoma, carcinoma squamocellulare, emangiosarcoma e leiomiosarcoma (Thomas-Cancian et al., 2023); è stato, inoltre, riportato un granuloma fungino di grandi dimensioni secondario a micosi della tasca gutturale (Shell & Rijkenhuizen, 2020).

Quando una massa occupa gran parte della cavità, l'endoscopia può risultare limitata e le metodiche di diagnostica per immagini assumono particolare importanza per definirne l'estensione e i rapporti con le strutture circostanti (Thomas-Cancian et al., 2023).

Radiograficamente, una massa può determinare un aumento dell'opacità dei tessuti molli con perdita parziale o completa della normale radiotrasparenza della tasca e modificazione dei suoi profili. Quando la lesione origina dalle strutture circostanti, la tasca può apparire compressa, mentre una massa localizzata al suo interno può determinarne l'espansione. In presenza di una lesione di dimensioni sufficienti e localizzata lateralmente o ventralmente, l'esame ecografico può contribuire a individuarne l'origine e può essere utilizzato come guida per procedure di aspirazione con ago sottile o biopsia (Thomas-Cancian et al., 2023).

La TC rappresenta la metodica più completa per la valutazione delle masse che interessano questa regione, poiché consente di definire con precisione la sede di origine, i margini e i rapporti con la tasca gutturale e con le strutture circostanti, oltre ad evidenziare eventuali alterazioni ossee associate. La RM può costituire un'alternativa nei casi in cui sia necessario approfondire il coinvolgimento dei tessuti molli, ma risulta meno efficace della TC nella valutazione delle alterazioni ossee e richiede anestesia generale (Thomas-Cancian et al., 2023).

Conclusioni

La diagnostica per immagini del cranio equino rappresenta un ambito particolarmente complesso, in relazione alla presenza di numerose strutture ossee, cavità pneumatiche, elementi dentari e tessuti molli concentrati in uno spazio anatomico relativamente ristretto. La stretta relazione tra questi distretti e la frequente sovrapposizione delle strutture nelle immagini bidimensionali rendono fondamentale una conoscenza approfondita dell'anatomia normale e dei rapporti topografici per una corretta interpretazione dei reperti patologici.

Nel corso di questo lavoro è emerso come nessuna metodica possa essere considerata, da sola, adeguata alla valutazione di tutte le patologie del cranio del cavallo. L'esame radiografico conserva un ruolo rilevante nell'approccio diagnostico di numerose condizioni, grazie alla sua disponibilità e alla possibilità di ottenere informazioni utili sulle strutture ossee, sulla dentizione e sulle cavità contenenti aria. La sovrapposizione anatomica e la limitata differenziazione dei tessuti molli ne rappresentano tuttavia i principali limiti, soprattutto nella caratterizzazione di lesioni complesse o localizzate nelle regioni più profonde.

La tomografia computerizzata consente di superare gran parte di tali limitazioni, fornendo una rappresentazione sezionale delle strutture e permettendo di definire con maggiore precisione la sede, l'estensione e i rapporti anatomici delle lesioni. Il suo contributo risulta particolarmente importante nello studio delle alterazioni ossee, dentarie e sinonasali e nella valutazione delle regioni anatomicamente più complesse. L'ecografia riveste invece un ruolo centrale nell'esame delle strutture superficiali e dei tessuti molli accessibili, trovando particolare applicazione nella valutazione dell'occhio e dell'orbita, delle ghiandole salivari e di alcune tumefazioni cranio-facciali. La risonanza magnetica trova un impiego più selettivo, ma può fornire informazioni aggiuntive soprattutto nella caratterizzazione dei tessuti molli. In specifici distretti, inoltre, l'endoscopia rappresenta un fondamentale complemento alle tecniche di imaging, consentendo la visualizzazione diretta delle cavità nasali, dei seni accessibili e delle tasche gutturali.

Nel complesso, la valutazione diagnostica delle patologie craniche del cavallo deve quindi basarsi su un approccio integrato, nel quale la scelta della metodica venga adattata alla struttura anatomica interessata, alla natura del processo patologico e alle informazioni necessarie per il singolo caso. La conoscenza dei punti di forza e dei limiti delle differenti tecniche consente di interpretarne correttamente i reperti e di utilizzarle in modo complementare, ottenendo una caratterizzazione più completa delle alterazioni del cranio equino.

Bibliografia

- Aoyama IHA, Campebell RC, Zambrano RS, Sá PA, Miranda RS, Moreti B. Sialolitíase em equino: relato de caso. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2018;70:353–358.
- Barrett M, Park R. Review of radiographic technique and interpretation of the equine skull. *Proc Am Assoc Equine Pract*. 2011;57:431–437.
- Barrett MF, Easley JT. Acquisition and interpretation of radiographs of the equine skull. *Equine Vet Educ*. 2013;25:643–652.
- Beldeanu S, Tay MCA, Daniel C, Dosi MCM, Hahn CN, James O, Townsend NB, Liuti T, Schwarz T, Parkinson NJ. Management of paracondylar process fracture in three horses. *Equine Vet J*. 2024;56:1193–1200.
- Bishop IT. Diagnostic value of full-mouth radiography in horses. *Front Vet Sci*. 2022;9:971886.
- Blythe LL. Otitis media and interna and temporohyoid osteoarthropathy. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 1997;13:21–42.
- Butler JA, Colles CM, Dyson SJ, Kold SE, Poulos PW Jr. *Clinical Radiology of the Horse*. 3rd ed. Chichester: Wiley-Blackwell; 2008.
- Carlson N, Eastman T, Winfield L. Sialolithiasis in horses: a retrospective study of 25 cases (2002–2013). *Can Vet J*. 2015;56:1239–1244.
- Cissell DD, Wisner ER, Textor J, Mohr FC, Scrivani PV, Théon AP. Computed tomographic appearance of equine sinonasal neoplasia. *Vet Radiol Ultrasound*. 2012;53:245–251.
- Crijns CP, Baeumlin Y, De Rycke L, Broeckx BJG, Vlaminck L, Bergman EHJ, van Bree H, Gielen I. Intra-arterial versus intravenous contrast-enhanced computed tomography of the equine head. *BMC Vet Res*. 2016;12:6.
- Crijns CP, Weller R, Vlaminck L, Verschooten F, Schauvliege S, Powell SE, van Bree HJJ, Gielen IMVL. Comparison between radiography and computed tomography for diagnosis of equine skull fractures. *Equine Vet Educ*. 2019;31:543–550.

Dixon J, Smith K, Perkins J, Sherlock C, Mair T, Weller R. Computed tomographic appearance of melanomas in the equine head: 13 cases. *Vet Radiol Ultrasound*. 2016;57:246–252.

Dixon PM, Barnett TP, Morgan RE, Reardon RJM. Computed tomographic assessment of individual paranasal sinus compartment and nasal conchal bulla involvement in 300 cases of equine sinonasal disease. *Front Vet Sci*. 2020;7:580356.

Dixon PM, Kennedy R, Reardon RJM. Equine “idiopathic” and infundibular caries-related cheek teeth fractures: a long-term study of 486 fractured teeth in 300 horses. *Front Vet Sci*. 2021;8:646870.

Dixon PM. Oral and sinonasal tumors. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2024;40:455–473.

Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. *Textbook of Veterinary Anatomy*. 4th ed. St. Louis: Saunders Elsevier; 2010.

Ebling AJ, McKnight AL, Seiler G, Kircher PR. A complementary radiographic projection of the equine temporomandibular joint. *Vet Radiol Ultrasound*. 2009;50:385–391.

Fenner MF, Verwilghen D, Townsend N, Simhofer H, Schwarzer J, Zani DD, Bienert-Zeit A. Paranasal sinus cysts in the horse: complications related to their presence and surgical treatment in 37 cases. *Equine Vet J*. 2019;51:57–63.

Gerding JC, Clode A, Gilger BC, Montgomery KW. Equine orbital fractures: a review of 18 cases (2006–2013). *Vet Ophthalmol*. 2014;17:97–106.

Hallowell GD, Bowen IM. Practical ultrasonography of the equine eye. *Equine Vet Educ*. 2007;19:600–605.

Hilton H, Puchalski SM, Aleman M. The computed tomographic appearance of equine temporohyoid osteoarthropathy. *Vet Radiol Ultrasound*. 2009;50:151–156.

Horbal A, Smith S, Dixon PM. A computed tomographic (CT) and pathological study of equine cheek teeth infundibulae extracted from asymptomatic horses. Part 1: prevalence, type and location of infundibular lesions on CT imaging. *Front Vet Sci*. 2019a;6:124.

Horbal A, Smith S, Dixon PM. A computed tomographic and pathological study of equine cheek teeth infundibulae extracted from asymptomatic horses. Part 2: microCT, gross, and histological findings. *Front Vet Sci*. 2019b;6:125.

Johnson JP, Vinardell T, David F. Ultrasound-guided injections of the equine head and neck: review and expert opinion. *J Equine Sci.* 2021;32:103–115.

Judy CE, Chaffin MK, Cohen ND. Empyema of the guttural pouch (auditory tube diverticulum) in horses: 91 cases (1977–1997). *J Am Vet Med Assoc.* 1999;215:1666–1670.

Kilcoyne I, Watson JL, Spier SJ, Whitcomb MB, Vaughan B. Septic sialoadenitis in equids: a retrospective study of 18 cases (1998–2010). *Equine Vet J.* 2015;47:54–59.

Lee S, Lee EB, Park KW, Jeong H, Shin KY, Kweon YP, Seo JP. Computed tomographic features of the temporomandibular joint in 10 Jeju horses. *J Vet Sci.* 2022;23:e44.

Lepage OM. Guttural pouch mycosis: a three-step therapeutic approach. *Vet Sci.* 2024;11:41.

Limone LE, Baratt RM. Dental radiography of the horse. *J Vet Dent.* 2018;35:37–41.

Liuti T, Smith S, Dixon PM. A comparison of computed tomographic, radiographic, gross and histological, dental, and alveolar findings in 30 abnormal cheek teeth from equine cadavers. *Front Vet Sci.* 2018a;4:236.

Liuti T, Smith S, Dixon PM. Radiographic, computed tomographic, gross pathological and histological findings with suspected apical infection in 32 equine maxillary cheek teeth (2012–2015). *Equine Vet J.* 2018b;50:41–47.

Lopez DE, Carmalt JL. Ultrasound guidance aids in determining the success of equine temporomandibular joint arthrocentesis. *Front Vet Sci.* 2026;13:1812140.

Manso-Díaz G, Taeymans O, García-López JM, Weller R. Application and indications of magnetic resonance imaging and computed tomography of the equine head. *Equine Vet Educ.* 2021;33:31–46.

Martin-Giménez T, Cruz AM, Barragán A, Montero E, Sanchez PG, Caballero G, Corradini I. Delayed onset vagus nerve paralysis after occipital condyle fracture in a horse. *J Vet Intern Med.* 2019;33:2780–2785.

McConnell EJ, Sanz MG, Kafka UCM, Duncan NM. Parotid salivary gland carcinoma in a geriatric horse. *Equine Vet Educ.* 2014;26:610–615.

McCue PM, Freeman DE, Donawick WJ. Guttural pouch tympany: 15 cases (1977–1986). *J Am Vet Med Assoc.* 1989;194:1761–1763.

- Mendes RP, de Lima AE, da Cunha R, Bittar MJ, Vasconcelos CC, Piñeros DDV, Corrêa RR. Complementary radiographic projection for evaluation of the conchal sinuses and bullae in horses. *Vet Radiol Ultrasound*. 2025;66:e70046.
- Naylor RJ, Perkins JD, Allen S, Aldred J, Draper E, Patterson-Kane J, Piercy RJ. Histopathology and computed tomography of age-associated degeneration of the equine temporohyoid joint. *Equine Vet J*. 2010;42:425–430.
- Nugent Z, Jensen A, Owen N, Peffers AJ, Moothanchery M, Peffers MJ. Characterisation of equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis: a comparative study using microCT and radiography in age-matched controls. *Equine Vet J*. 2025;57:1099–1109.
- Nuttall HE, Ravenhill PJ. Prevalence and analysis of equine periodontal disease, diastemata and peripheral caries in a first-opinion horse population in the UK. *Vet J*. 2019;246:98–102.
- Pownder S, Scrivani PV, Bezuidenhout A, Divers TJ, Ducharme NG. Computed tomography of temporal bone fractures and temporal region anatomy in horses. *J Vet Intern Med*. 2010;24:398–406.
- Rahmani V, Häyrynen L, Kareinen I, Ruohoniemi M. History, clinical findings and outcome of horses with radiographical signs of equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis. *Vet Rec*. 2019;185:730.
- Ramirez O III, Jorgensen JS, Thrall DE. Imaging basilar skull fractures in the horse: a review. *Vet Radiol Ultrasound*. 1998;39:391–395.
- Ramzan PHL, Marr CM, Meehan J, Thompson A. Novel oblique radiographic projection of the temporomandibular articulation of horses. *Vet Rec*. 2008;162:714–716.
- Readford PK, Lester GD, Secombe CJ. Temporohyoid osteoarthropathy in two young horses. *Aust Vet J*. 2013;91:209–212.
- Rodríguez MJ, Soler M, Latorre R, Gil F, Agut A. Ultrasonographic anatomy of the temporomandibular joint in healthy Pure-Bred Spanish horses. *Vet Radiol Ultrasound*. 2007;48:149–154.
- Rosenstein DS, Schott HC II, Stickle RL. Imaging diagnosis—occipitoatlantoaxial malformation in a Miniature Horse foal. *Vet Radiol Ultrasound*. 2000;41:218–219.

- Rowley KJ, Townsend NB, Chang YMR, Fiske-Jackson AR. A computed tomographic study of endodontic and apical changes in 81 equine cheek teeth with sagittal fractures. *Equine Vet J*. 2022;54:541–548.
- Scotty NC, Cutler TJ, Brooks DE, Ferrell E. Diagnostic ultrasonography of equine lens and posterior segment abnormalities. *Vet Ophthalmol*. 2004;7:127–139.
- Shell K, Rijkenhuizen A. Extensive and invasive guttural pouch granuloma in a 2-year-old gelding. *Equine Vet Educ*. 2020;32:289–293.
- Stieger-Vanegas SM, Hanna AL. The role of computed tomography in imaging non-neurologic disorders of the head in equine patients. *Front Vet Sci*. 2022;9:798216.
- Textor JA, Puchalski SM, Affolter VK, MacDonald MH, Galuppo LD, Wisner ER. Results of computed tomography in horses with ethmoid hematoma: 16 cases (1993–2005). *J Am Vet Med Assoc*. 2012;240:1338–1344.
- Thomas-Cancian A, Ségard-Weisse E, Drumond B, Cadore JL. Diagnostic imaging of diseases affecting the guttural pouch. *Vet Sci*. 2023;10:525.
- Townsend NB, Cotton JC, Barakzai SZ. A tangential radiographic projection for investigation of the equine temporomandibular joint. *Vet Surg*. 2009;38:601–606.
- Tremaine WH, Dixon PM. A long-term study of 277 cases of equine sinonasal disease. Part 1: details of horses, historical, clinical and ancillary diagnostic findings. *Equine Vet J*. 2001;33:274–282.
- Van den Top JGB, Schaafsma IA, Boswinkel M, Klein WR. A retrobulbar abscess as an uncommon cause of exophthalmos in a horse. *Equine Vet Educ*. 2007;19:579–583.
- Vaughan B, Whitcomb MB, Biscoe B. Review of ultrasonographic techniques to evaluate the equine skull and head structures. *Proc Am Assoc Equine Pract*. 2011;57:438–443.
- Walker AM, Sellon DC, Cornelisse CJ, Hines MT, Ragle CA, Cohen N, Schott HC II. Temporohyoid osteoarthropathy in 33 horses (1993–2000). *J Vet Intern Med*. 2002;16:697–703.
- Weller R. Normal anatomical radiographic anatomy of the equine head. *Proceedings of the 49th British Equine Veterinary Association Congress*. 2010:29–30.

Wilson A, Ricci E, Talbot A, Malalana F. Invasive squamous cell carcinoma causes trigeminal nerve dysfunction in a horse. *Equine Vet Educ.* 2023;35:e451–e456.