

Neuroanatomia, dissezioni anatomiche e immagini di risonanza magnetica

SCHEMA DEL CAPITOLO

Neuroanatomia: descrizione macroscopica

Meningi

Arterie

Vene

Encefalo

Encefalo: emisferi cerebrali

Cervelletto

Tronco encefalico

Diencefalo

Mesencefalo

Metencefalo (ponte)

Mielencefalo (midollo allungato)

Telencefalo (encefalo)

Midollo spinale

Meningi

Vasi

Arterie

Vene

Sezioni trasverse

Atlante delle dissezioni anatomiche e immagini di risonanza magnetica

Neuroanatomia: descrizione macroscopica

Il metodo consigliato per apprendere l'anatomia macroscopica del sistema nervoso è attraverso l'utilizzo della dissezione. Nel percorso di studi del College of Veterinary Medicine della Cornell University l'apprendimento avviene seguendo le descrizioni della dissezione fornite nella *Guida alla dissezione del cane* di Evans e de Lahunta (Antonio Delfino Editore – Roma, 2017).² Vengono descritte sia la dissezione dei nervi del sistema nervoso periferico sia quella delle varie regioni del cane. La dissezione dell'encefalo e del midollo spinale è descritta e illustrata nel Capitolo 6 di quel testo. Questa è la stessa tecnica che gli Autori utilizzano per insegnare ai veterinari che frequentano l'internato generale e a quelli impegnati in un internship sia generale sia specialistico, nonché agli specializzandi/resident in neurologia. La seguente descrizione della neuroanatomia è una versione modificata di quel Capitolo. La nomenclatura utilizzata in questo testo si attiene a quella utilizzata nella sesta edizione di *Nomina Anatomica Veterinaria* (2017)⁴ salvo diversa indicazione.

Il sistema nervoso può essere suddiviso nel sistema nervoso centrale (SNC), che è formato dall'encefalo e dal midollo spina-

le, e nel sistema nervoso periferico, costituito dai nervi cranici e dai nervi spinali specifici.

Meningi

L'encefalo e il midollo spinale sono ricoperti da tre membrane di tessuto connettivo, chiamate nell'insieme *meningi* (Fig. 2.1; Fig. 2.23). La dura madre, o *pachimeninge*, è la più spessa e la più esterna. Nella maggior parte del canale vertebrale, la dura madre è separata dal periostio del canale vertebrale dal tessuto connettivo lasso dello spazio epidurale, che spesso contiene grasso. Lungo il decorso della porzione ventrale del midollo spinale, vi sono alcune zone in cui la dura madre si inserisce tenacemente al periostio posto sulla linea mediana della superficie dorsale del corpo vertebrale in corrispondenza del forame vertebrale.⁵ Questa inserzione è denominata come *legamento meningo-vertebrale* (Fig. 2.2).

In corrispondenza del passaggio del midollo spinale al tronco encefalico, la dura aderisce al periostio della prima o delle prime due vertebre cervicali e alla membrana atlanto-occipitale. All'interno della cavità cranica, la dura e il periostio si uniscono insieme. Sul piano mediano della superficie interna dorsale del calvario una lamina della dura, la *falce cerebrale*, si estende ventralmente nella fessura cerebrale longitudinale tra i due emisferi cerebrali. La porzione dove la falce cerebrale origina dal calvario, contiene il seno sagittale dorsale (Figg. 2.1 e 2.6).

Gli altri due rivestimenti di tessuto connettivo del SNC sono chiamati pia madre e aracnoide che insieme costituiscono le leptomeningi. La pia madre aderisce direttamente alla superficie esterna dell'encefalo e del midollo spinale. La membrana aracnoidea nell'animale vivo è lassamente adesa alla dura e invia delicate trabecole alla pia. Queste trabecole accompagnano i vasi sanguigni che decorrono sulla superficie della pia. Lo spazio tra la pia e l'aracnoide è chiamato spazio subaracnoideo, e al suo interno scorre il liquido cerebrospinale (LCS) che circonda l'intero SNC. Postmortem e nei preparati fissati, l'aracnoide si stacca dalla dura e collassa sulla pia del SNC.

Le aree in cui la membrana aracnoidea e la pia sono maggiormente separate danno origine alle cosiddette cisterne subaracnoidee. La cisterna più grande è quella cerebellomidollare, situata nell'angolo tra il cervelletto e il midollo allungato. Il LCS può essere raccolto da questa cisterna, mostrata in Fig. 2.1, mediante l'introduzione di un ago che attraversa la membrana atlantooccipitale, la dura e l'aracnoide.

Arterie

Le arterie dell'encefalo e del cervelletto derivano dai vasi che decorrono sulla superficie ventrale dell'encefalo (Figg. 2.3 e 2.4). Le arterie principali non si accompagnano alle vene. L'arteria basi-

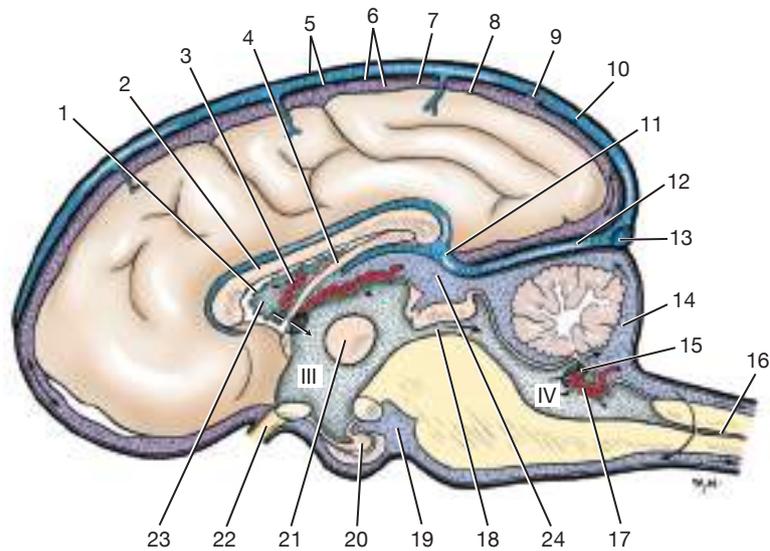


Figura 2.1 Meningi e ventricoli dell'encefalo, piano mediano. Le frecce indicano il flusso del liquido cefalorachidiano. 1, Porzione del setto pellucido; 2, corpo calloso; 3, plesso coroideo (o coroideo), ventricolo laterale; 4, fornice dell'ippocampo; 5, dura madre; 6, membrana aracnoide e trabecole; 7, spazio subaracnoideo; 8, pia; 9, villo aracnoideo; 10, seno sagittale dorsale; 11, grande vena cerebrale; 12, seno retto; 13, seno trasverso; 14, cisterna cerebellomollare; 15, apertura laterale del quarto ventricolo; 16, canale centrale; 17, plesso coroideo, quarto ventricolo; 18, acquedotto mesencefalico; 19, cisterna intercruale; 20, neuroipofisi; 21, adesione intertalamica; 22, nervo ottico; 23, ventricolo laterale sopra il nucleo caudato; 24, spazio subaracnoideo dorsale ai corpi quadrigemini; III, III nervo cranico; IV, IV nervo cranico. (Da H.E. Evans – A. de Lahunta: *Guida alla dissezione del cane*, Antonio Delfino Editore – Roma, 2017).

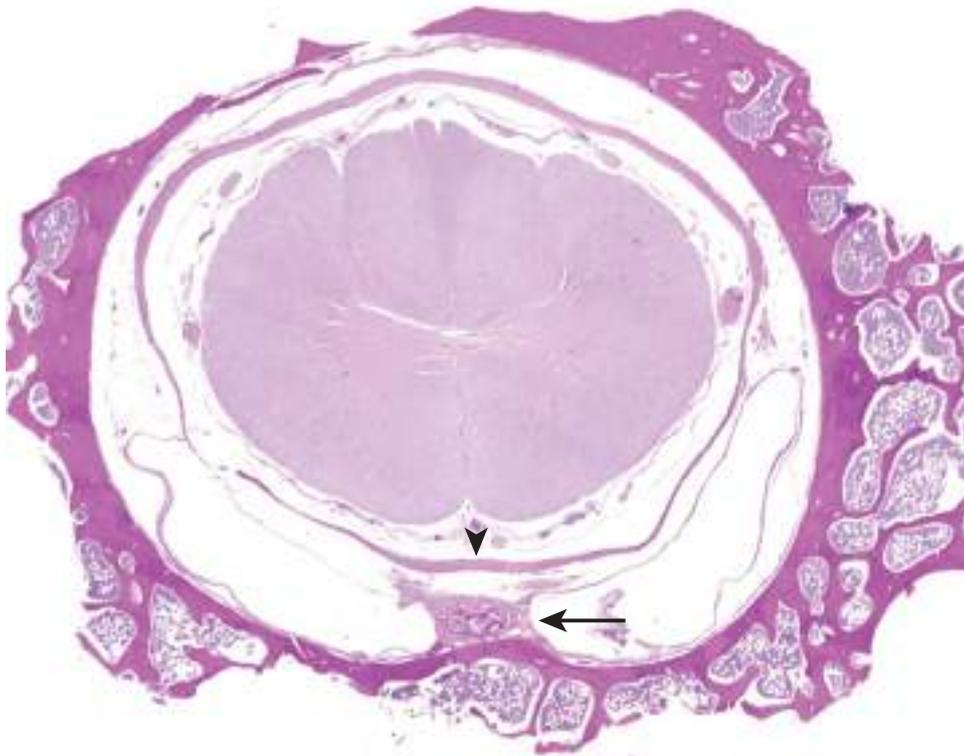


Figura 2.2 Sezione trasversale condotta in corrispondenza della porzione caudale della vertebra C4 e del midollo spinale. La dura madre appare come uno strato fibroso denso che riveste il midollo spinale. A livello della faccia ventrale della dura (*punta di freccia*) sussiste un'inserzione fibrosa, il legamento meningovertebrale (*freccia*) che si inserisce a livello della superficie esterna della dura fino alla linea mediana della superficie dorsale del corpo vertebrale.

lare è formata dai rami terminali delle arterie vertebrali, che entrano nel canale vertebrale attraverso i forami vertebrali laterali dell'atlante e decorrono ventralmente per unirsi all'arteria spinale ventrale. L'arteria basilare decorre lungo la linea mediana della

superficie ventrale del midollo allungato e del ponte e, quindi, si divide in due rami che si uniscono alle arterie comunicanti caudali dalle arterie carotidi interne per formare la porzione caudale del circolo arterioso dell'encefalo (Fig. 2.3).

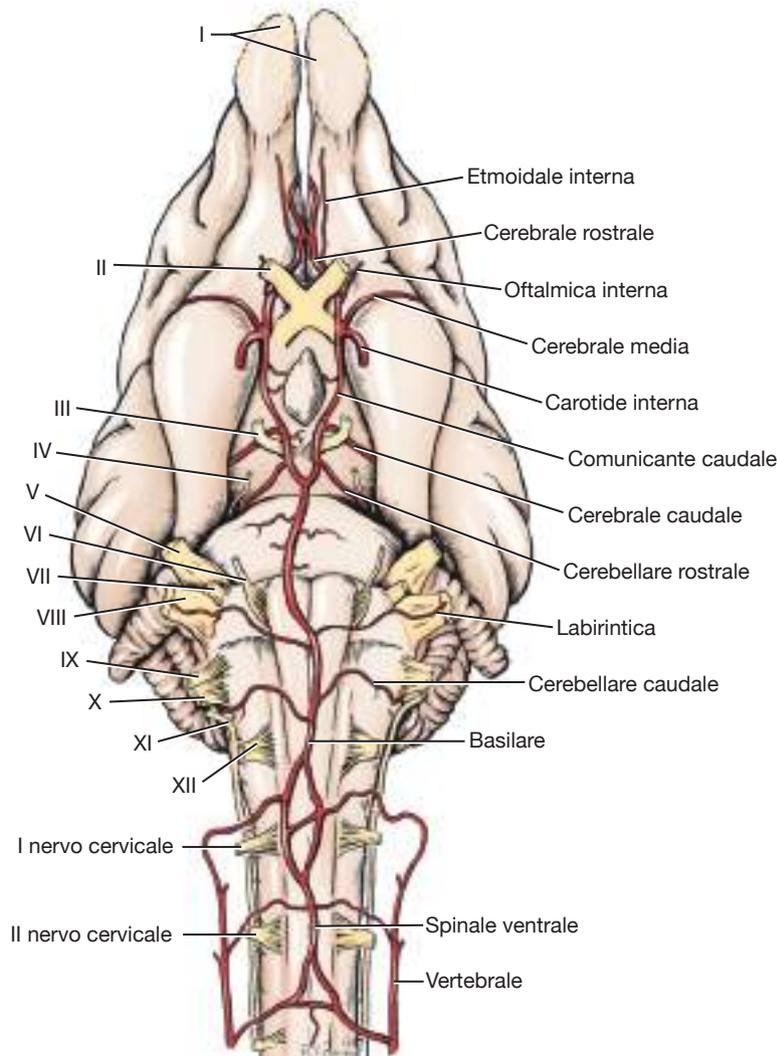


Figura 2.3 Vasi e nervi dell'encefalo e dei primi due segmenti cervicali del midollo spinale, veduta ventrale. (Da H.E. Evans – A. de Lahunta: *Guida alla dissezione del cane*, Antonio Delfino Editore – Roma, 2017).

L'altra principale fonte di sangue, che affuisce al circolo arterioso dell'encefalo, è rappresentata dalle arterie carotidi interne. Dopo aver attraversato il canale carotideo nella parte timpanica dell'osso temporale e aver formato un'ansa a livello del forame lacero, ciascuna arteria carotide interna entra nella fossa craniale media, ventralmente all'estremità rostrale della parte petrosa dell'osso temporale. L'arteria carotide interna decorre rostralmente attraverso il seno venoso cavernoso, lateralmente alla fossa ipofisaria e all'ipofisi. Tra l'ipofisi e il chiasma ottico l'arteria carotide interna emerge attraverso la dura dorsalmente al seno cavernoso, entra nello spazio subaracnoideo e si divide nelle arterie comunicanti cerebrali rostrali, cerebrali medie e caudali. Le piccole arterie caudali comunicanti provenienti da ciascuna arteria carotide interna decorrono caudalmente e si uniscono ai rami terminali dell'arteria basilare. Rostralmente le due arterie cerebrali rostrali si anastomizzano, completando il circolo arterioso sulla superficie ventrale dell'encefalo. Il circolo arterioso cerebrale circonda l'ipofisi, che riceve piccoli rami dal circolo e direttamente dall'arteria carotide interna.

L'arteria cerebrale rostrale è un ramo terminale dell'arteria carotide interna a livello della faccia rostrale del circolo. Decorre dorsalmente, lateralmente al chiasma ottico, e continua dorsalmente tra i due lobi frontali nella fessura cerebrale longitudinale. Decorre poi dorsalmente al ginocchio (genù) del corpo calloso.

Il corpo calloso comprende assoni commissurali che connettono le neocortecce di ogni emisfero. Le due arterie cerebrali rostrali si continuano caudalmente sulla superficie dorsale del corpo calloso. I loro rami decorrono dorsalmente per irrorare i giri rostrali, posti sul lato mediale dell'emisfero cerebrale. I loro rami terminali si anastomizzano con quelli dell'arteria cerebrale media sulle porzioni dorsomediali dei giri frontale, precrociato, postcrociato, marginale, endomarginale e occipitale. I rami terminali caudali si anastomizzano con i rami terminali rostrali dell'arteria cerebrale caudale.

Le arterie etmoidali interne e oftalmiche interne si diramano dalla porzione iniziale dell'arteria cerebrale rostrale. L'arteria etmoidale interna si anastomizza con l'arteria etmoidale esterna e lascia la cavità cranica attraverso la lamina cribrosa dell'etmoide per fornire le strutture nella cavità nasale. L'arteria oftalmica interna si anastomizza con un ramo dell'arteria oftalmica esterna sul nervo ottico. Questa è la fonte delle lunghe arterie ciliari che seguono il nervo ottico (che può anche essere indicato come tratto ottico prechiasmatico) fino al bulbo oculare che riforniscono.

L'arteria cerebrale media origina dal circolo arterioso a livello della faccia rostrale dell'ipofisi (Figg. 2.3 e 2.4A) e decorre lateralmente, rostralmente al lobo piriforme sulla superficie ventrale del peduncolo olfattorio.

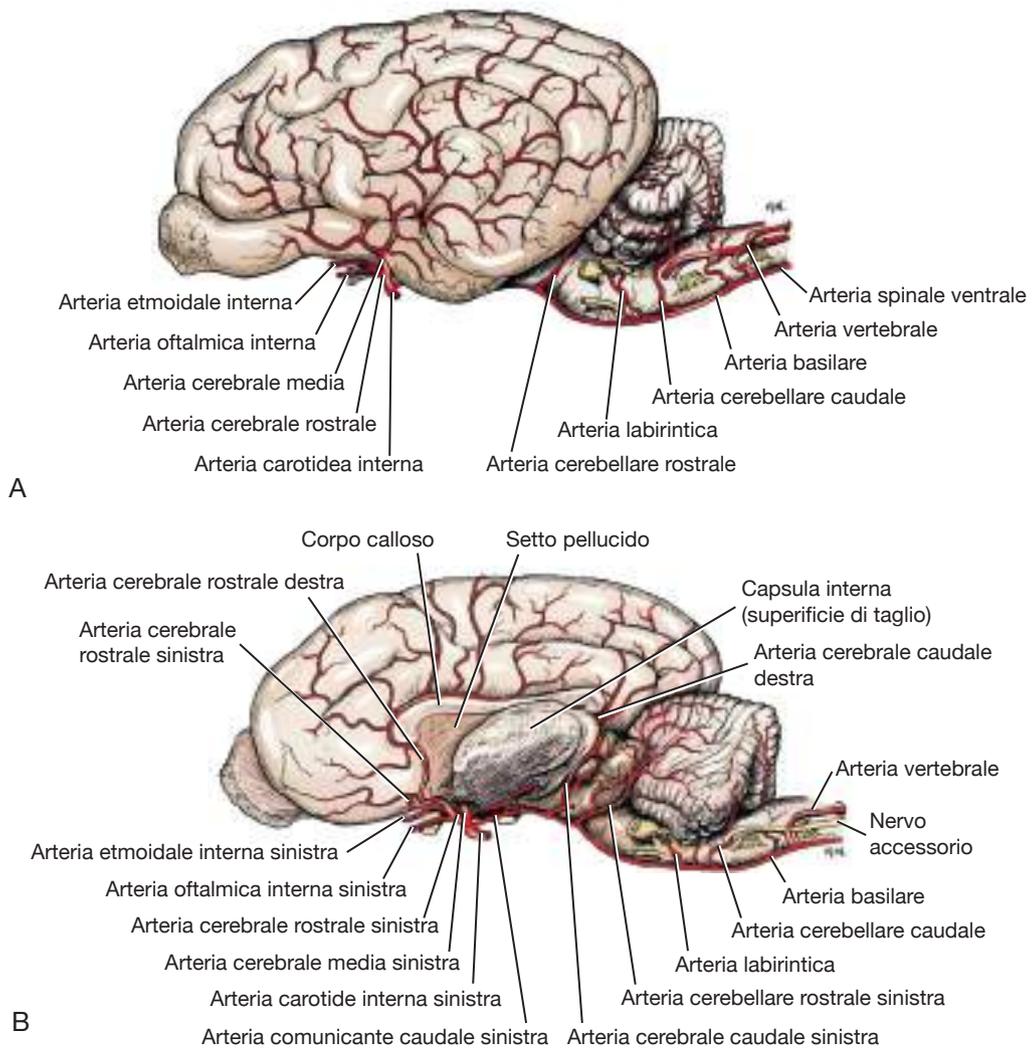


Figura 2.4 (A) Distribuzione dell'arteria cerebrale media, faccia laterale. (B) Arterie del cervelletto e della superficie mediale dell'encefalo. (Da H.E. Evans – A. de Lahunta: *Guida alla dissezione del cane*, Antonio Delfino Editore – Roma, 2017).

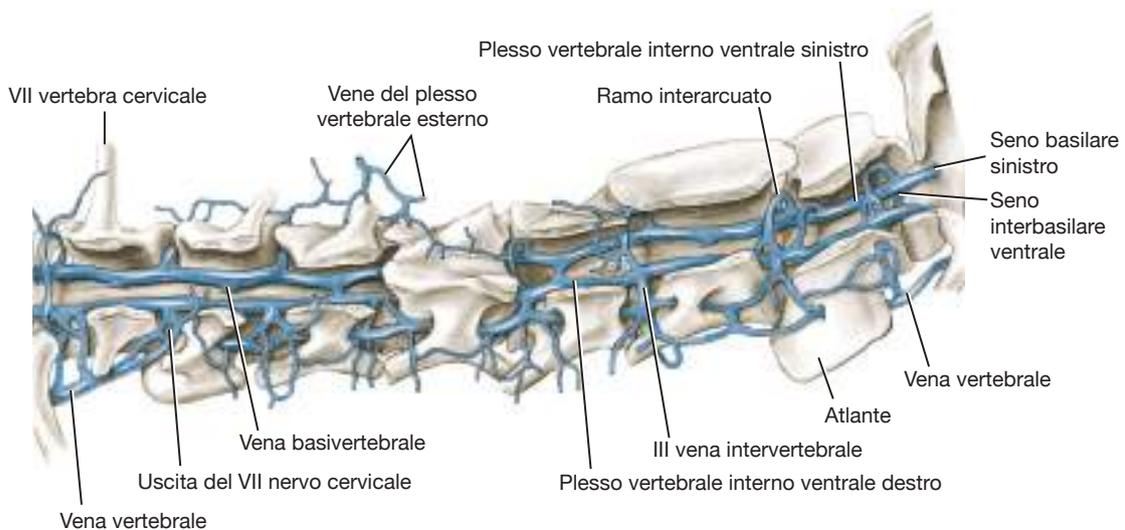


Figura 2.5 Vene vertebrali cervicali, faccia laterale destra. (Da Reinhard K, Miller M, Evans H. *The craniovertebral veins and sinuses of the dog*. Am J Ant 1962,111:67-87).

Sviluppo del sistema nervoso: malformazioni

SCHEMA DEL CAPITOLO

Tubo neurale

Differenziazione cellulare

Neurogenesi

Midollo spinale

Cresta neurale

Mielencefalo: midollo allungato

Metencefalo: cervelletto e ponte

Mesencefalo

Diencefalo

Telencefalo: emisferi cerebrali

Corpi cellulari

Assoni

Malformazioni

Malformazioni encefaliche

Idrocefalo

Ipoplasia del prosencefalo: aplasia (anencefalia) cerebrale (telencefalica)

Meningocele: meningoencefalocele

Exencefalia

Lipomeningocele

Duplicazione del prosencefalo

Oloprosencefalia (ariencefalia)

Idranencefalia

Lissancefalia

Malformazioni cerebellari

Cisti neuroendodermiche

Malformazioni complesse dei vitelli

Malformazione ossea occipitale (tipo Chiari) e siringoidromielia

Ossificazione del calvario

Malformazioni del midollo spinale

Spina bifida e meningomielocele

Patogenesi delle malformazioni

CASO 3.1

Tubo neurale

Il sistema nervoso centrale (SNC) è una struttura tubolare che origina da una proliferazione di cellule epiteliali ectodermiche, chiamate *neurectoderma*, situate dorsalmente alla notocorda lungo l'asse dell'embrione. Questo ectoderma ispessito, noto come *placca neurale*, si invagina lungo questo asse formando un solco fino a quando le estremità laterali della placca, chiamate pieghe neurali, si incontrano centralmente e si fondono sul solco neurale per formare il tubo e il canale neurale. Quando il tubo neurale si forma si separa dall'ecto-

derma non neuronale, che si sviluppa sul dorso del tubo per fondersi lungo la linea mediana. Una volta verificata questa fusione e la separazione degli strati ectodermici dalla giunzione dell'ectoderma sia non neuronale sia neurale, prende origine una colonna longitudinale di cellule epiteliali ectodermiche che quando si forma il tubo neurale si separa da queste due strutture. Queste due colonne bilaterali, situate dorsolateralmente al tubo neurale per tutta la sua lunghezza, sono le creste neurali (Fig. 3.1).

La chiusura del tubo neurale procede rostralmente e caudalmente a partire dal sito di sviluppo del romboencefalo, che è la divisione più caudale dell'encefalo. La chiusura caudale forma la maggior parte del midollo spinale. La chiusura della porzione encefalica del tubo neurale può verificarsi inizialmente in più siti e progredire sia rostralmente sia caudalmente. Le posizioni di questi siti variano a seconda delle specie animali. L'apertura più rostrale, presente prima che la chiusura sia completa, è chiamata neuroporo rostrale (Fig. 3.2). La porzione caudale del midollo spinale si sviluppa dall'estremità caudale del tubo neurale, come estensione di una colonna di cellule neuroepiteliali che cresce caudalmente sulla linea mediana tra la notocorda e l'ectoderma cutaneo. Una cavitazione di questa colonna di cellule produce un'estensione del tubo neurale e del suo canale neurale. Infine, questa porzione del tubo neurale formerà i segmenti del midollo spinale caudale e sacrale, oltre che un numero variabile di segmenti del midollo spinale lombare. All'estremità caudale del tubo neurale può persistere un'apertura, il che consente la comunicazione con lo spazio subaracnoideo delle leptomeningi a livello del cono midollare.

L'estremità rostrale del tubo neurale si sviluppa rapidamente e produce tre vescicole, da rostrale a caudale: il prosencefalo, il mesencefalo e il rombencefalo (Fig. 3.3). Precocemente durante il suo sviluppo, il prosencefalo presenta due dilatazioni laterali – le vescicole ottiche – che crescono lateralmente mettendosi in contatto con l'ectoderma cutaneo sovrastante. L'ulteriore sviluppo di questo occhio primordiale è descritto nel Capitolo 14, che tratta il sistema visivo. Due ulteriori abbozzi emergono dal prosencefalo rostrale e crescono al di fuori del tubo neurale su ciascun lato lateralmente e dorsalmente. Queste vescicole telencefaliche ricoprono completamente il sistema vescicolare originario e formano gli emisferi cerebrali. La porzione del prosencefalo che rimane all'estremità rostrale del tubo neurale rappresenta il diencefalo. Le vescicole ottiche rimangono associate al diencefalo. Il canale neurale all'interno del diencefalo rappresenta il terzo ventricolo. Esso comunica rostrolateralmente con il canale neurale di ciascuna delle due vescicole telencefaliche (emisferi cerebrali), che rappresentano i ventricoli laterali (primo e secondo ventricolo [ventricoli laterali sinistro e destro, rispettivamente]). Le piccole comunicazioni su ciascun lato che collegano i ventricoli laterali con il terzo ventricolo sono i fori interventricolari. I nuclei del talamo e dell'ipotalamo si sviluppano nel diencefalo. La neuroipofisi origina da una proliferazione ventrale del diencefalo. La corteccia cerebrale e la maggior parte dei nuclei basali si sviluppano nel telencefalo.

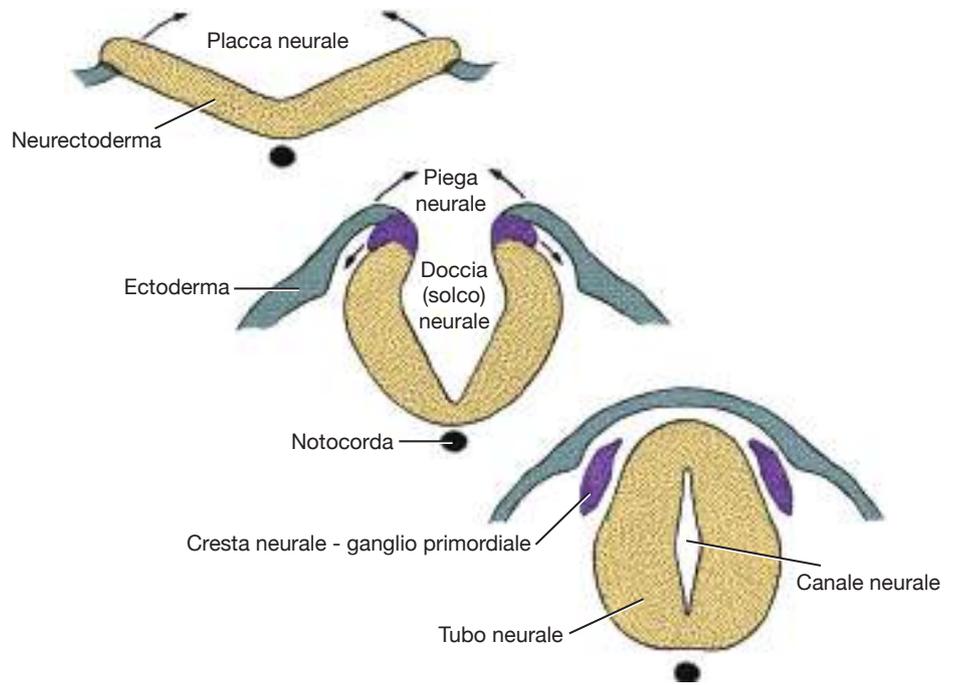


Figura 3.1 Sviluppo del tubo neurale, sezioni trasverse.

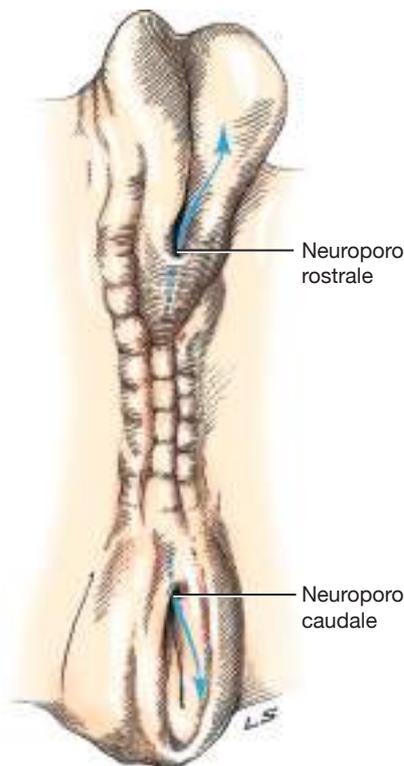


Figura 3.2 Visione dorsale della chiusura del tubo neurale.

Il canale neurale del mesencefalo è ridotto a uno stretto spazio tubolare chiamato *acquedotto mesencefalico*.

Dal rombencefalo rostrale si sviluppa dorsalmente il cervelletto, o metencefalo dorsale. Il rimanente metencefalo ventrale dà origine al ponte. Il rombencefalo caudale forma il mielencefalo o midollo allungato. Il quarto ventricolo è il lume del canale neurale nel romboencefalo. Esso comunica con gli spazi meningei che si originano attorno al tubo neurale tramite aperture nella parete del tubo neurale caudalmente al cervelletto in

via di sviluppo. Queste aperture sono chiamate *aperture laterali* (Figg. 4.2 e 4.4). Il canale neurale si continua caudalmente come canale centrale del midollo spinale.

DIFFERENZIAZIONE CELLULARE

Nella prima fase di sviluppo nella parete del tubo neurale le cellule, comunemente chiamate *cellule neuroepiteliali* o *neurectodermiche*, sono organizzate in una disposizione pseudostratificata; pertanto, lo spessore del tubo neurale è unicellulare. La membrana cellulare di ogni cellula occupa tutta la larghezza del tubo neurale, ma i nuclei si trovano a vari livelli all'interno di ciascuna cellula. Queste cellule sono tutte mitoticamente attive, aumentando lo spessore della parete del tubo. I nuclei migrano all'interno del citoplasma di ogni cellula e la loro posizione dipende dallo stadio di mitosi della cellula.

Durante l'interfase i nuclei si trovano sulla superficie esterna del tubo neurale. La duplicazione del DNA cromosomico si verifica con il nucleo in quella posizione. Appena il nucleo entra nella fase mitotica migra attraverso il citoplasma verso la superficie luminale del canale neurale. Anche la porzione periferica del citoplasma e la membrana cellulare si spostano verso la posizione luminale, dove viene completata la divisione cellulare. Le due nuove cellule figlie estendono di nuovo il loro citoplasma e le loro membrane cellulari fino alla superficie esterna del tubo neurale. I loro nuclei migrano verso la periferia. In questa posizione queste cellule possono subire un'altra mitosi o possono differenziarsi. Poiché durante l'interfase il nucleo si trova sulla superficie esterna, la differenziazione avviene sulla superficie esterna del tubo neurale. Così, in breve tempo, un nuovo strato di cellule in differenziazione appare in divisione attiva sulla superficie esterna dello strato. Lo strato di cellule in mitosi è lo strato germinativo, mentre le cellule in fase di differenziazione formano un secondo strato del mantello (Fig. 3.4).

Le cellule differenziate sono di due tipi: (1) neuroni immaturi e (2) spongioblasti. I neuroni immaturi sono le cellule parenchimali primarie del sistema nervoso. Sono spesso indicati come *neuroblasti*, ma questo è un termine improprio perché una volta formato un neurone esso non si dividerà di nuovo,

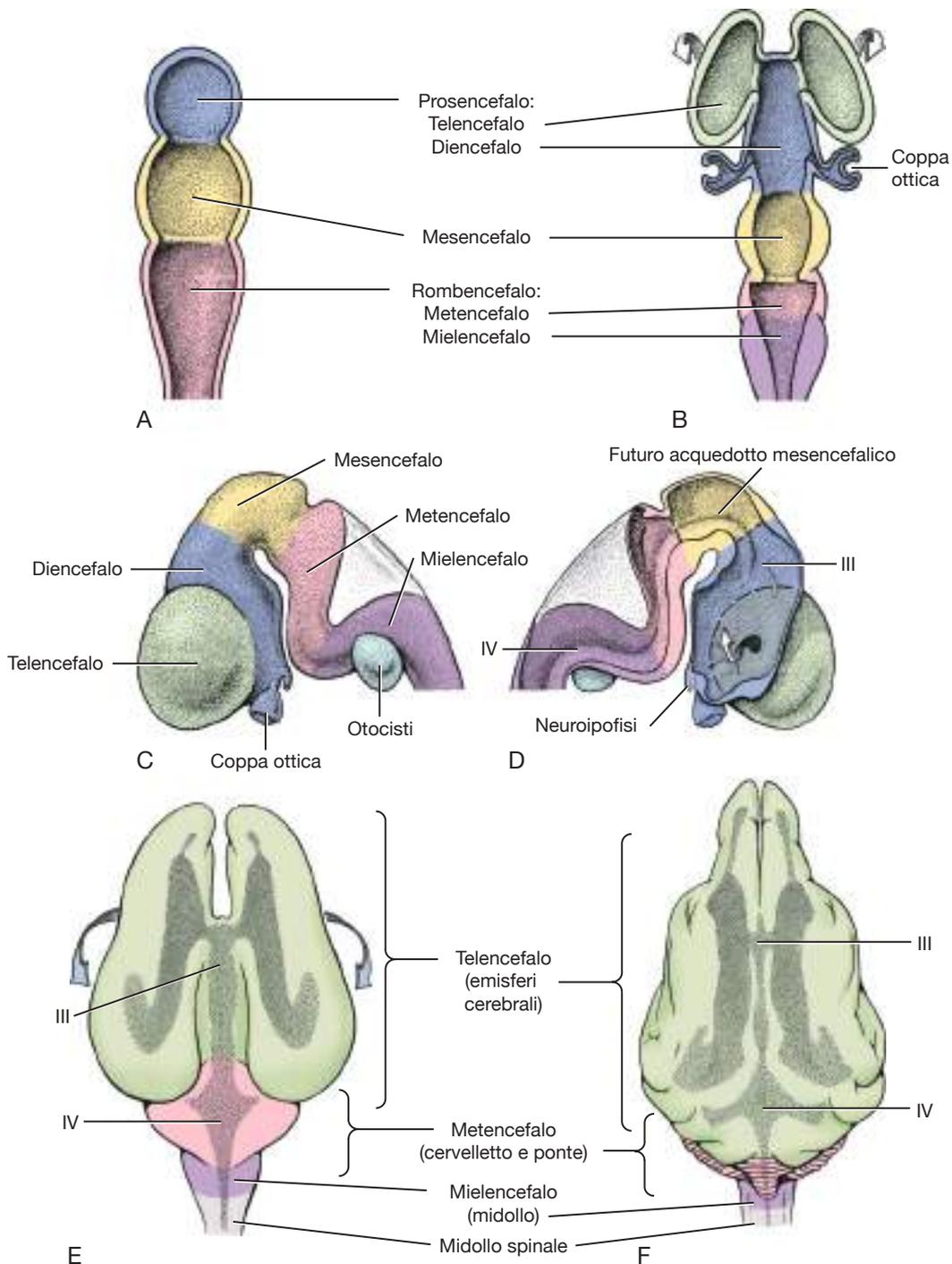


Figura 3.3 Sviluppo delle vescicole encefaliche. (A) Stadi a tre vescicole. (B-F) Stadi a cinque vescicole. III, IV, ventricoli.

come questo termine suggerirebbe. Il neurone immaturo differenziato cresce in estensione, formando lunghi processi per diventare una cellula funzionale matura. Tuttavia, con poche eccezioni, non è più in grado di dividersi. Gli spongioblasti sono i progenitori delle cellule di supporto neuroectodermiche del sistema nervoso, la neuroglia. Due delle tre forme di cellule gliali – astrociti e oligodendrociti – derivano da questi spongioblasti (Fig. 3.4). La terza forma cellulare gliale è la microglia, che è di origine mesodermica. È un monocita che entra nel sistema nervoso tramite la vascolarizzazione.

Una volta che i neuroni e gli spongioblasti immaturi si differenziano e crescono e che i neuroni producono i loro

processi, nel tubo neurale diventano riconoscibili tre strati concentrici (Fig. 3.5). Lo strato adiacente al lume del tubo neurale è lo *strato germinativo* delle cellule neuroepiteliali proliferanti; questa attività mitotica proliferativa si esaurirà riducendo lo strato germinativo a un singolo strato di cellule che vanno da squamose a colonnari, chiamate *cellule ependimali*. Queste cellule ependimali rivestono l'intero lume del tubo neurale, che comprende il sistema ventricolare nell'encefalo e il canale centrale del midollo spinale. Lo strato intermedio è lo *strato del mantello*, che è lo spesso strato di cellule differenziate, neuroni immaturi e spongioblasti. Lo strato del mantello darà origine alla sostanza grigia del midollo spinale,

può essere identificata con precisione in base alla distribuzione nel midollo spinale sulle sequenze trasverse di una RM e alla conoscenza dell'apporto vascolare al midollo spinale. Talvolta, in RM le lesioni intraparenchimali sono difficili da distinguere dalle lesioni intradurali-extraparenchimali.

Idrocefalo

L'idrocefalo è descritto in questo capitolo perché comporta l'accumulo di quantità eccessive di liquido cerebrospinale nel cervello o nella cavità cranica. In effetti, la definizione corretta di idrocefalo è un aumento del volume di LCS, il che significa che non sempre è causa di segni neurologici. Nel corso degli anni sono stati utilizzati diversi termini in riferimento all'idrocefalo, con diverse finalità:

- *L'idrocefalo interno* è una dilatazione dei ventricoli con accumulo di LCS.
- *L'idrocefalo esterno* è un accumulo di LCS nello spazio subaracnoideo dilatato. Questo è anche indicato come *idrocefalo ex vacuo*.



Figura 4.18 Mielografia toracica di un Labrador Retriever di 5 mesi con una lesione intradurale-extraparenchimale che comprime il midollo spinale a livello della vertebra T12. La diagnosi è di nefroblastoma che si sviluppa nello spazio subaracnoideo. Notare la forma svasata del mezzo di contrasto mentre tenta di superare la neoplasia che ostruisce lo spazio subaracnoideo.



Figura 4.19 Mielografia cervicale di un Labrador Retriever di 6 anni con una lesione intradurale-extraparenchimale che comprime e sposta il midollo spinale a livello della vertebra C6. La diagnosi è di neoplasia della guaina nervosa che coinvolge la radice spinale di C7 ed il nervo monolaterale. Notare le numerose svasature create dal mezzo di contrasto nel punto in cui circonda la neoplasia che cresce nello spazio subaracnoideo.

- *L'idrocefalo non comunicante* è una dilatazione dei ventricoli causata da un'ostruzione intraventricolare del flusso del LCS, che impedisce la comunicazione tra il sistema ventricolare e lo spazio subaracnoideo.
- *L'idrocefalo comunicante* è una dilatazione dei ventricoli secondaria a un'ostruzione extraventricolare del flusso o dell'assorbimento del LCS.
- *L'idrocefalo normoteso* è associato ad una normale pressione del LCS.
- *L'idrocefalo iperteso* è associato ad un aumento della pressione del LCS.

Le due principali categorie di idrocefalo sono l'idrocefalo compensatorio e l'idrocefalo ostruttivo.

IDROCEFALO COMPENSATORIO

Nell'idrocefalo compensatorio, un processo patologico ha causato la perdita di parenchima e il volume del LCS è aumentato (idrocefalo) per occupare lo spazio precedentemente occupato da quella porzione di parenchima andato perso. Il volume del LCS aumenta per compensare la perdita di parenchima. I segni clinici sono dovuti al processo patologico primario che ha determinato la perdita del parenchima. Alcuni esempi comprendono infezioni virali *in utero* che causano ipoplasia e atrofia di porzioni del parenchima – per esempio, l'infezione del cervelletto nel caso della diarrea virale bovina (Bovine Viral Diarrhea) nei vitelli e dell'encefalo nel caso dell'infezione virale di Akabane nei vitelli, che si traduce in una idranencefalia (Figg. 4.21 e 4.22) e più dal virus Zika negli esseri umani. In presenza di un'infezione da BVD, l'accumulo di LCS avviene nello spazio subaracnoideo dove il tessuto cerebellare è assente. Nell'idranencefalia, l'accumulo di LCS si manifesta, solitamente, nei ventricoli laterali ed è normoteso e comunicante perché il suo flusso verso e attraverso le aperture laterali non è ostruito. La trombosi o il vasospasmo dell'arteria cerebrale media correlata alla migrazione larvale di specie di *Cuterebra* porta, nel tempo, a una significativa perdita del parenchima nella sua area di distribuzione, sulla faccia laterale dell'emisfero cerebrale. In questo sito, il LCS si accumulerà nello spazio subaracnoideo dilatato (Fig. 4.23). Nei bovini carenti di tiamina, la necrosi cerebrocorticale che ne risulta (polioencefalomalacia), può provocare la completa perdita della neocorteccia

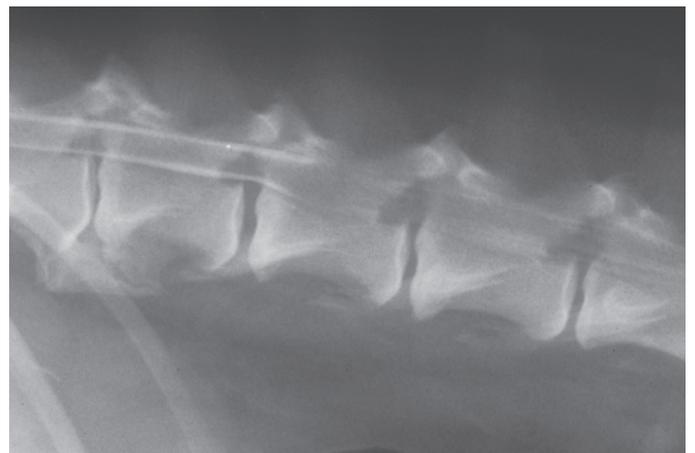


Figura 4.20 Mielografia lombare di un Bassethound di 7 anni con una lesione intraparenchimale a livello della vertebra L3. Le colonne di contrasto deviano ai lati del forame vertebrale sia nella proiezione laterale che dorsale. La lesione era nel parenchima del midollo spinale e, all'esame autoptico, è stata identificata come un'emangiendotelioma.



Figura 4.21 Encefalo di un vitello di 3 settimane con ipoplasia ed atrofia cerebellare da infezione *in utero* causata dal virus della diarrea bovina. Il liquido cerebrospinale riempie gli spazi dove manca il tessuto cerebellare. Questo è un esempio di idrocefalo compensatorio esterno o di idrocefalo *ex vacuo*.



Figura 4.23 Encefalo di un gatto di 2 anni sottoposto ad autopsia 3 mesi dopo la migrazione di larve di *Cuterebra* che ha causato la compromissione dell'arteria cerebrale media sinistra determinando un infarto cerebrale. Il liquido cerebrospinale ha riempito lo spazio dove il tessuto cerebrale si è atrofizzato (idrocefalo compensatorio esterno).



Figura 4.22 Encefali di due vitelli di 1 settimana con grave idranencefalia da infezione *in utero* da virus di Akabane. Alla necropsia, si osserva che la sottile membrana pia-gliale della porzione neocorticale degli emisferi cerebrali è collassata quando il liquido cerebrospinale è fuoriuscito dai ventricoli laterali dilatati. Il LCS ha sostituito il tessuto cerebrale mancante.



Figura 4.24 Sezione trasversa di encefalo di un manzo di 10 mesi a livello della regione rostrale della commessura rostrale e del diencefalo. Questo manzo è stato sottoposto ad esame necroscopico 4 mesi dopo l'insorgenza acuta di un'encefalopatia da carenza di tiamina, dalla quale l'animale aveva riacquisito la capacità di stare in stazione e di deambulare, pur permanendo la letargia e la cecità. Il liquido cerebrospinale ha riempito i solchi cerebrali dove si è manifestata una poliencefalomalacia con perdita completa della neocorteccia (idrocefalo compensatorio esterno).

se l'animale sopravvive. Il LCS si accumulerà nei solchi allargati tra i giri ipotrofici (Figg. 4.24 e 4.25). Questi sono tutti esempi di idrocefalo compensatorio comunicante normoteso.

IDROCEFALO OSTRUTTIVO

L'ostruzione al flusso o all'assorbimento del LCS provoca un aumento della pressione del LCS e la dilatazione del sistema ventricolare. Di regola, i ventricoli laterali sono più suscettibili a questa dilatazione, che si traduce in una maggiore perdita della adiacente sostanza bianca cerebrale rispetto alla sostanza grigia. La corteccia cerebrale è relativamente risparmiata. Diverse condizioni possono causare l'ostruzione del flusso del LCS e la pressione del LCS varia con il processo patologico e al momento in cui viene misurata. L'idrocefalo ostruttivo può essere suddiviso in acquisito e congenito.

Idrocefalo ostruttivo acquisito

Una neoplasia può interferire con il flusso del LCS a livello di forame interventricolare, terzo ventricolo, acquedotto mesencefalico o aperture laterali. Ciò produrrà un idrocefalo iperteso non comunicante nei compartimenti ventricolari rostralmente all'ostruzione (Figg. da 4.26 a 4.28). La maggior parte dei segni clinici è dovuta alla crescita della neoplasia nel parenchima coinvolto, ma anche l'idrocefalo iperteso può contribuire a questi segni. La neoplasia può interferire indirettamente con l'assorbimento del LCS attraverso i villi aracnoidei a causa della sua compressione sui seni venosi. Il volume del LCS può non essere ovviamente aumentato, ma la sua pressione sarà aumentata nella cisterna cerebellomidollare. Le neoplasie della fossa cranica caudale, che interferiscono con il flusso del LCS attraverso il forame occipitale, possono causare una dilatazione dell'intero sistema ventricolare, compreso il quarto ventricolo. Inoltre, può



Figura 4.25 Sezione trasversa dell'encefalo del manzo nella Figura 4.24 a livello della porzione media del diencefalo.



Figura 4.27 Sezione trasversa dell'encefalo nella Figura 4.26 a livello delle colonne del fornice.



Figura 4.26 Sezioni trasverse dell'encefalo di un Golden Retriever di 5 anni che mettono in evidenza i ventricoli laterali dilatati a causa di un papiloma dei plessi coroidei che ha ostruito il forame interventricolare sinistro.



Figura 4.28 Sezione trasversa dello stesso encefalo nelle Figure 4.26 e 4.27 a livello del diencefalo rostrale.

sviluppare una siringidromielia nel midollo spinale, specialmente nei segmenti cervicali.

Le infiammazioni che coinvolgono l'ependima nei punti più ristretti del flusso del LCS nel cervello possono causare ostruzione e un idrocefalo iperteso non comunicante.¹⁷ Il miglior esempio è la FIP nei gatti. Questa è l'infiammazione più comune nel sistema nervoso centrale dei gatti e il virus ha una predilezione per il rivestimento ependimale dell'intero sistema ventricolare, inclusi i plessi coroidei e il canale centrale nel midollo spinale. L'ostruzione dell'acquedotto mesencefalico è comune in questa infezione e provoca la dilatazione del terzo ventricolo e dei ventricoli laterali (Figg. 4.29 e 4.30). La predilezione per il rivestimento ependimale e l'idrocefalo è facilmente osservabile in RM. In particolare le immagini post contrasto T1 pesate sono utili ad evidenziare l'ependimite (Figg. da 4.31 a 4.33). Molto spesso, la mancanza di pervietà dell'acquedotto mesencefalico può essere apprezzata anche in RM. Quando un patologo esamina le sezioni trasverse del cervello di un gatto e non riesce a vedere la normale piccola apertura dell'acquedotto, dovrebbe fortemente sospettare un'infezione da virus della FIP. Anche la meningoencefalite batterica nei giovani animali da reddito può ostruire l'acquedotto mesencefalico, con conseguente dilatazione dei ventricoli laterali (Figg. 4.34 e 4.35). Il flusso del LCS può essere ostruito a livello di aper-

ture laterali da un'infiammazione dei plessi coroidei causata da uno di questi agenti virali e batterici. Abbiamo studiato molti cani con ostruzione delle aperture laterali che causavano dilatazione di tutto il sistema ventricolare, soprattutto del quarto ventricolo (Figg. da 4.36 a 4.39). Sebbene la causa sottostante sia stata difficile da identificare, in un cane era evidente un'infiammazione dei plessi coroidei e nell'altro cane era presente una fibrosi del plesso coroideo nel quarto ventricolo e probabilmente anche delle aperture laterali.¹⁸ In cani di età compresa tra 6-8 settimane è stata descritta un'infiammazione suppurativa periventricolare, dei plessi coroidei e delle meningi associata ad idrocefalo, di presunta origine batterica.¹⁵ Alcune di queste lesioni possono essere confuse con una lesione traumatica o ischemica che si verifica comunemente nella sostanza bianca adiacente ai ventricoli laterali notevolmente dilatati nei cani giovani con idrocefalo ostruttivo congenito. Ciò verrà descritto in seguito in questo Capitolo.

CASO 5.21 ■ Disfunzione dell'arto pelvico: cane

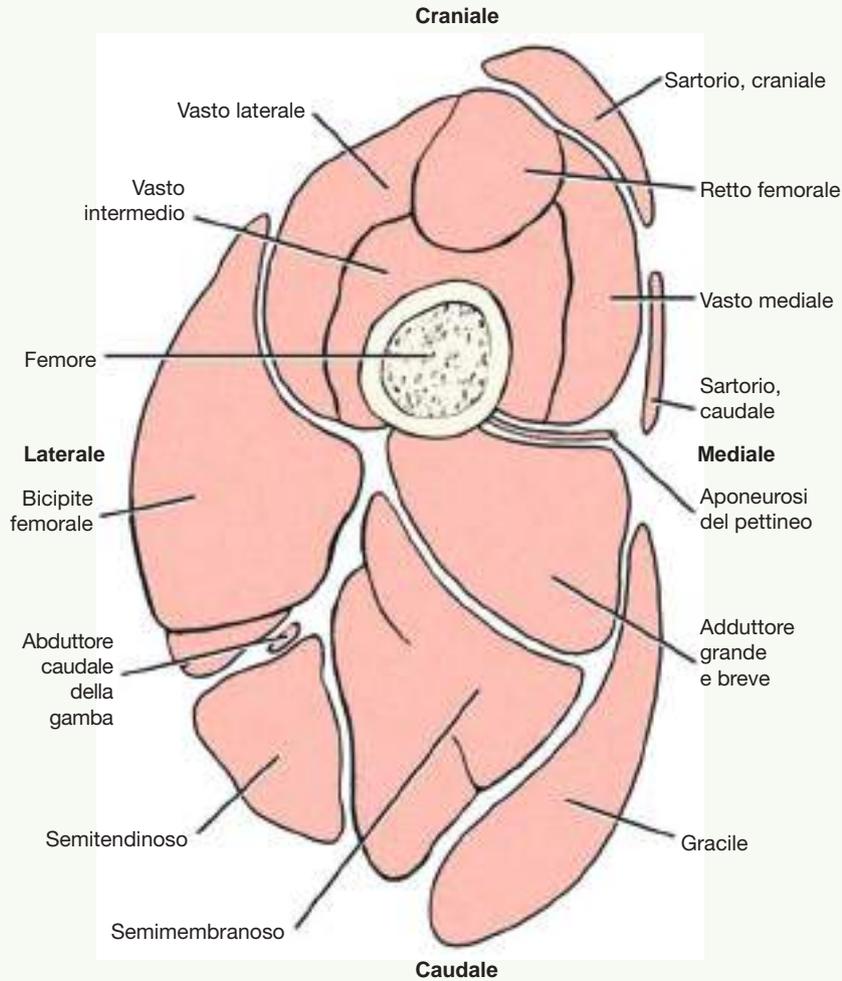


Figura 5.76 Sezione trasversale schematica della coscia sinistra del cane. (Da Hermanson JW, de Lahunta A, Evans HE. *Miller and Evans' Anatomy of the Dog*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier, 2020).

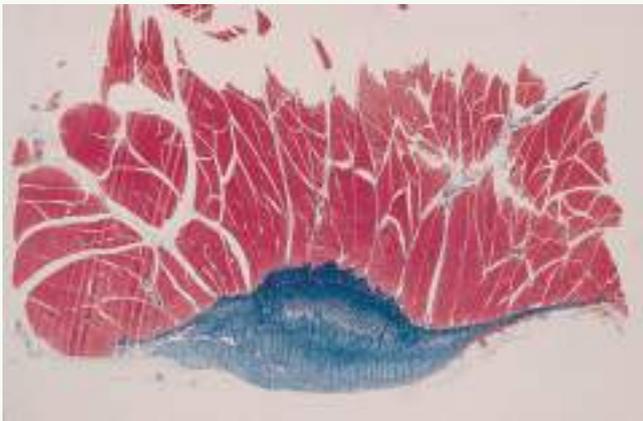


Figura 5.77 Sezione trasversale microscopica di un campione chirurgico di muscolo semitendinoso con una banda fibrosa (colorata in blu) nel suo epimisio e nella fascia profonda. Il muscolo (colorato in rosso) è normale.

giano i muscoli posteriori delle cosce alle catene che li trattengono nei rimorchi per il trasporto o a seguito di ripetute iniezioni intramuscolari di grandi quantità di farmaci. Nel cavallo, le lesioni ai rami intramuscolari del nervo sciatico possono avere un ruolo nell'accorciamento cronico di questi muscoli.

Postura plantigrada

Mentre una postura palmigrada è il risultato della perdita dell'integrità dei legamenti carpali palmari, una postura plantigrada ha almeno quattro diverse cause anatomiche:

1. Una disfunzione del nervo tibiale con denervazione dei muscoli estensori tarsali: il gastrocnemio e il flessore digitale superficiale
2. Una rottura di una parte o di tutto il tendine calcaneale comune
3. Una frattura del calcaneo
4. Una lacerazione del legamento plantare lungo

Il Video 5.63 mostra Chet, un gatto domestico a pelo corto, maschio castrato, di 11 anni, con rottura bilaterale del tendine gastrocnemio, ma il tendine flessore superficiale delle dita è stato risparmiato. Il gatto è riluttante a muoversi a causa del dolore provocato dalla lesione. Notare che quando il tarso si flette eccessivamente, le dita si flettono a causa dello stress esercitato sul tendine flessore superficiale delle dita intatto che si inserisce sul calcaneo. L'esame ecografico ha messo in evidenza lesioni di probabile natura degenerativa nel tendine del gastrocnemio lesionato. Nelle Figure da 5.78 a 5.80, notare la stessa postura in un Dobermann Pinscher con una rottura simile del tendine gastrocnemio a livello del calcaneo dell'arto pelvico sinistro, mentre

CASO 5.21 ■ Disfunzione dell'arto pelvico: cane



Figura 5.78 Dobermann Pinscher, di 8 anni, con una iperflessione del tarso sinistro causata dalla rottura del tendine di inserzione del muscolo gastrocnemio a livello del calcaneo. Notare la flessione delle dita a causa dello stress imposto al tendine del muscolo flessore superficiale delle dita intatto.



Figura 5.79 Veduta laterale del cane mostrato nella Figura 5.78.

il flessore digitale superficiale è integro. La causa di queste rotture dei tendini era sconosciuta.

Le Figure da 5.81 a 5.83 sono immagini di una RM del garretto e di una veduta intraoperatoria (Fig. 5.84) di un Pointer Tedesco a pelo corto, di 8 anni, che ha avuto un'insorgenza improvvisa di zoppia dell'arto posteriore sinistro 6 settimane prima. Al momento dell'insorgenza, il proprietario ha udito distintamente un "pop". All'esame obiettivo generale, il cane aveva una posizione plantigrada quando era in stazione sull'arto posteriore sinistro. Le dita dell'arto pelvico sinistro erano leggermente flesse. Era presente una tumefazione dolente a livello della tuberosità calcaneale sinistra. Tali rilievi erano compatibili con una lesione al tendine calcaneale comune che aveva risparmiato il tendine flessore superficiale delle dita. Come Chet, quando il cane appoggiava



Figura 5.80 Veduta caudale del cane mostrato nelle Figure 5.78 e 5.79. Notare il gonfiore a livello del calcaneo.



Figura 5.81 Immagine sagittale RM T1-pesata postcontrasto del garretto con soppressione del grasso di un cane Pointer Tedesco a pelo corto, di 8 anni. Presa di contrasto a livello dell'inserzione di tendini costituiti dai muscoli bicipite femorale, semitendinoso e gracile (ovale punteggiato). La superficie del tendine flessore delle dita può essere vista prossimale (freccia) e distale (punta di freccia) alla tuberosità calcaneale. Il tendine gastrocnemio (freccia aperta) è situato medialmente al tendine flessore superficiale delle dita.

CASO 5.21 ■ Disfunzione dell'arto pelvico: cane

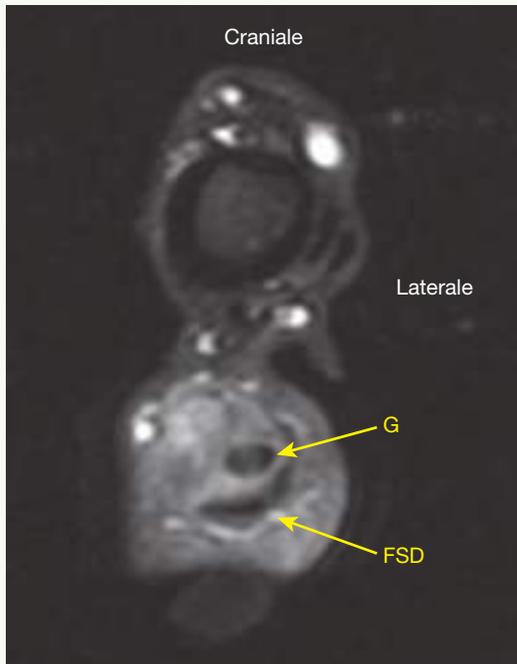


Figura 5.82 Immagine trasversa di RM T1-pesata postcontrasto con soppressione del grasso 1 cm circa prossimalmente alla tuberosit  calcaneale. I tendini costituiti dai muscoli bicipite femorale, semitendinoso e gracile sono stati lacerati e, quindi, non sono visibili. G, Tendine gastrocnemio; FSD, tendine flessore superficiale delle dita.

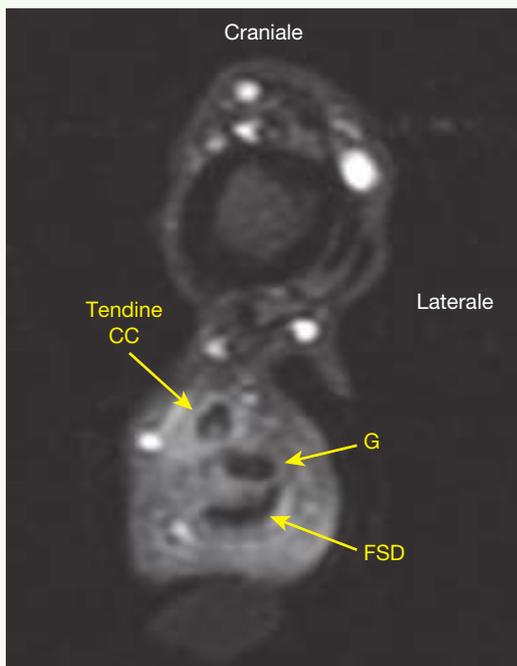


Figura 5.83 Immagine trasversa RM T1-pesata postcontrasto con soppressione del grasso 5 cm circa prossimalmente alla tuberosit  calcaneale. I componenti del tendine calcaneale comune sono visibili come strutture separate.   presente presa di contrasto e una tumefazione del tessuto che circonda i tendini. *Tendine CC*, Tendini costituiti dai muscoli bicipite femorale, semitendinoso e gracile; G, tendine gastrocnemio; FSD, tendine flessore superficiale delle dita.

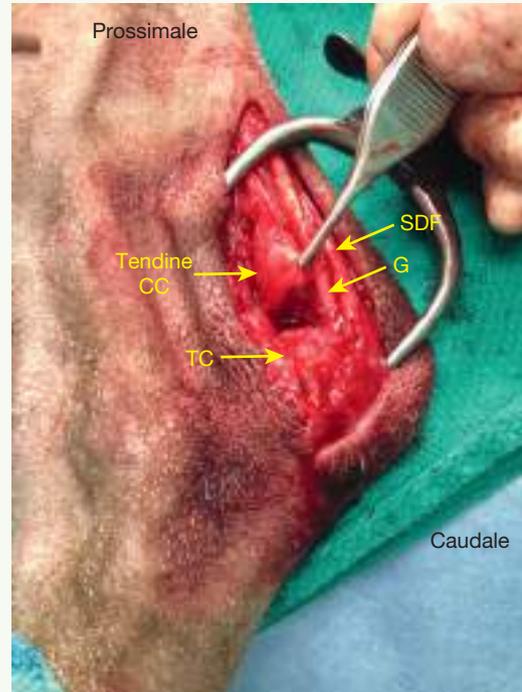


Figura 5.84 Veduta intraoperatoria della faccia laterale del garretto del cane nella Figura 5.81. Il punto di inserzione dei tendini costituiti dai muscoli bicipite femorale, semitendinoso e gracile a livello della tuberosit  calcaneare   lacerato ed   visibile come ispessimento con estremit  libera (tenuto dalla pinza di Addison). Come osservato nelle Figure da 5.81 a 5.83, i tendini dei muscoli flessore superficiale delle dita e gastrocnemio sono intatti. *Tendine CC*, Tendini costituiti dai muscoli bicipite femorale, semitendinoso e gracile; G, tendine gastrocnemio; FSD, tendine flessore superficiale delle dita; TC, tuberosit  calcaneale.

il peso sull'arto pelvico sinistro, la lesione al tendine calcaneale comune non permetteva al tarso di mantenere una posizione normale, le dita apparivano flesse a causa della tensione posta sul tendine flessore superficiale delle dita intatto.

Il Video 5.64 mostra due cuccioli di Pastore Tedesco di 8 mesi che avevano sviluppato una postura palmigrada e plantigrada bilaterale. Questo disturbo lentamente progressivo, era iniziato quando avevano circa 3 mesi di et . L'esame neurologico era normale. Solo un disturbo del collagene che colpisce i legamenti carpal palmari e il tendine calcaneale comune spiegherebbe entrambe queste posture. All'autopsia, questi cani non presentavano lesioni microscopiche in nessuno dei campioni di tessuto del SNC o del SNP studiati o nei numerosi campioni di tessuto connettivo esaminati. Questa   una patologia scarsamente compresa del tessuto connettivo che si osserva sporadicamente in questa razza. Una presentazione clinica simile   stata segnalata nei Rottweiler causata da una forma di distrofia muscolare.⁷⁹



recettori con i neuroni gangliari nella via visiva. La zona dendritica del neurone bipolare si trova nello strato plessiforme esterno. L'assone decorre dallo strato plessiforme esterno, attraverso lo strato nucleare interno e nello strato plessiforme interno, dove si trova il telodendro. Il corpo cellulare con il suo nucleo si trova lungo l'assone nello strato nucleare interno, il che spiega le sue caratteristiche bipolari. Sulla superficie sclerale di questo strato nucleare interno si trovano i corpi cellulari degli interneuroni orizzontali. Sulla superficie vitrea si trovano i corpi cellulari di un altro interneurone, la cellula amacrina. Questo interneurone è in relazione sinaptica con i neuroni bipolari, i neuroni gangliari e altri interneuroni amacrinici. Inoltre, i nuclei degli astrociti radiali si trovano in questo strato. Mentre numerosi bastoncelli sono in contatto sinaptico con un neurone bipolare, solo un cono può contrarre sinapsi su di un neurone bipolare. Infine, avviene la convergenza dell'attività dei bastoncelli sui neuroni bipolari.

STRATO PLESSIFORME INTERNO

Lo strato plessiforme interno^{129, 130} è composto principalmente dagli assoni e dai telodendri dei neuroni bipolari e dagli assoni e dalle zone dendritiche dei neuroni gangliari e dalle loro disposizioni sinaptiche. Inoltre, i processi degli interneuroni amacrinici si estendono attraverso questo strato.

STRATO GANGLIARE

Questo strato dei neuroni gangliari contiene i nuclei e i corpi cellulari del terzo neurone nella via visiva.* Questi sono rappresentati da grandi neuroni multipolari con un voluminoso corpo cellulare e relativo nucleo, e costituiscono uno strato incompleto dello spessore di 1-2 cellule tra lo strato plessiforme interno e lo strato di fibre nervose. Questi neuroni trasmettono l'impulso visivo all'encefalo tramite gli assoni che decorrono nel nervo ottico. Il reticolo endoplasmatico, la sostanza di Nissl, è evidente nel citoplasma di questi corpi cellulari neuronali. Le dimensioni dei corpi cellulari variano da 6 a 35 µm di diametro. I neuroni con i corpi cellulari più piccoli hanno assoni che si proiettano verso il collicolo rostrale. I neuroni con i corpi cellulari più grandi hanno assoni che si proiettano principalmente fino al nucleo genicolato laterale. Si possono riscontrare differenze funzionali tra le porzioni mediale (nasale) e laterale (temporale) della retina. La dimensione media dei neuroni gangliari è maggiore nella retina laterale rispetto alla retina mediale, il che suggerisce una maggiore proiezione dalla retina laterale (campo visivo mediale nello spazio) al nucleo genicolato laterale del talamo per la proiezione cerebrale. Un numero maggiore di neuroni gangliari si trova nell'area centrale, dove predominano i corpi cellulari più piccoli. È opportuno ricordare che il termine ganglio per questo strato è un termine improprio, poiché implica che questi neuroni si trovino al di fuori del SNC, il che non è corretto.

STRATO DELLE FIBRE NERVOSE

Lo strato di fibre nervose è costituito dagli assoni dei neuroni gangliari che decorrono sulla superficie vitrea della retina fino alla papilla ottica. Questi assoni non sono mielinizzati fino a quando non penetrano nella sclera della papilla ottica. La loro mielinizzazione da parte degli oligodendrociti a questo punto spiega il colore bianco della papilla ottica. Lo strato di fibre nervose è più spesso in prossimità della papilla ottica. La separazione delle fibre di collagene sclerale nel punto in cui gli assoni dei neuroni gangliari penetrano nella sclera per formare il nervo

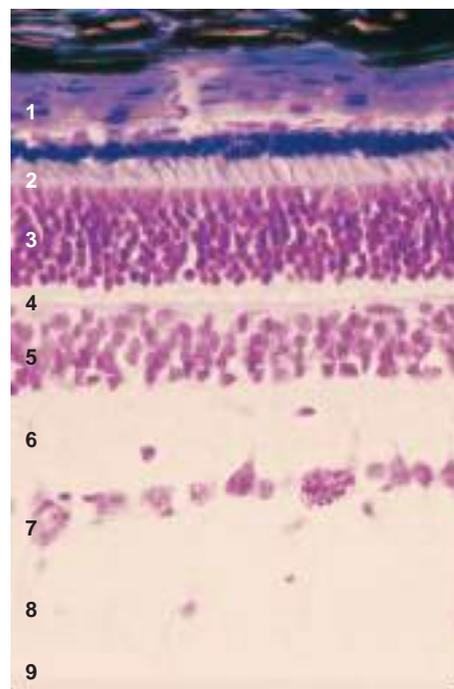


Figura 14.5 Sezione microscopica della parte ottica della retina dell'occhio di un cane. Il pigmento nella parte superiore si trova nella porzione interna (vitrea) della corioide. Al di sotto di questa porzione, nell'ordine, si trova il tappeto lucido della corioide (1), l'epitelio pigmentato della retina (senza pigmento), i segmenti esterni dello strato fotosensibile (densamente colorati), i segmenti interni dello strato fotosensibile (2), lo strato nucleare esterno (nuclei dei bastoncelli e dei coni) (3), strato plessiforme esterno (4), strato nucleare interno (principalmente nuclei di cellule bipolari) (5), strato plessiforme interno (6), strato di cellule gangliari (singolo strato di grandi neuroni) (7) e strato di fibre nervose (8). Il vitreo (9) è in basso.

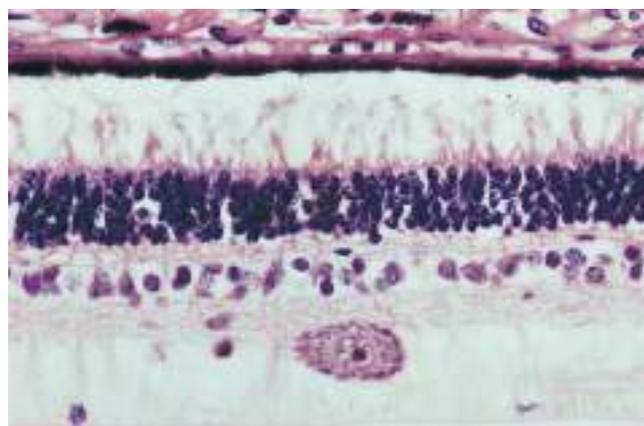


Figura 14.6 Sezione microscopica della parte ottica dell'occhio di un cavallo. Nella parte superiore esiste una piccola porzione interna (vitrea) della corioide dove non si trova il tappeto lucido. Il singolo strato di cellule pigmentate adiacente alla corioide è l'epitelio pigmentato della retina. Gli strati rimanenti possono essere identificati come nella Figura 14.5.

ottico è chiamata *area cribrosa*. Gli astrociti stellati si trovano in questo strato.

MEMBRANA LIMITANTE INTERNA

La membrana limitante interna è formata dalla membrana delle cellule basali degli astrociti radiali e dalla membrana basale adiacente al vitreo.

Le Figure 14.5 e 14.6 mostrano esempi di questi strati negli occhi del cane e del cavallo.

* Bibliografia 82, 89, 205, 207, 211, 212, 219.

AREA CENTRALE

Gli esseri umani hanno un'area rotondeggiante situata dorsolateralmente alla papilla ottica per una visione più nitida, conosciuta come *macula* (macchia), *fovea* o *area centrale*. Questa parte della retina possiede il più alto potere risolutivo necessario per una visione più acuta. In quest'area, la retina è composta solo da cellule dei coni, nello strato dei fotorecettori, e vi sono altre modifiche per facilitare la sua funzione per l'acuità visiva. Per la visione più precisa e ravvicinata, utilizzata per attività come la lettura, i meccanismi neuromuscolari extraoculari sono responsabili del campo visivo focalizzato su quest'area centrale in ciascun bulbo oculare. Gli animali domestici presentano varie modifiche di quest'area. Questa zona non è facilmente visibile con l'oftalmoscopio in nessuna specie di animali domestici, tranne forse in alcuni gatti. Nel gatto, quest'area può essere identificata come una striscia chiara o ovale nell'area del tappeto lucido, dorsolaterale alla papilla ottica, in cui convergono i vasi sanguigni (arteriole) (Fig. 14.7).²²⁰ L'area stessa è priva di grandi vasi sanguigni. In quest'area centrale del gatto si riscontra, nello strato fotosensibile, un aumento del numero di coni rispetto ai bastoncelli, con un aumento complessivo dello spessore dello strato nucleare esterno. Inoltre, anche la lunghezza dei segmenti esterni delle cellule dei fotorecettori è aumentata. Anche i neuroni bipolari e gangliari in quest'area sono presenti in maggior numero. Nel momento in cui lasciano l'area centrale e si dirigono verso la papilla ottica, gli assoni nello strato di fibre nervose formano un arco. Se l'area centrale è definita come una regione della parte ottica della retina in cui la densità dei neuroni gangliari aumenta fino a raggiungere un picco, allora, in tutti gli ungulati, ciò è evidente come una striscia di alta densità cellulare che si estende orizzontalmente e dorsalmente alla papilla ottica. Questo incremento dei neuroni gangliari è massimo vicino all'estremità laterale della striscia visiva, che corrisponde approssimativamente alla posizione dell'area centrale nei gatti.

PAPILLA OTTICA

La papilla ottica all'origine del nervo ottico varia di forma negli animali domestici, così come tra le razze di cani, da rotondo a ovale a triangolare.^{15, 147, 226} Di solito è leggermente ventrolaterale al polo posteriore del bulbo oculare e varia nel suo rapporto con il livello del tappeto lucido. Nelle razze toy, la pa-

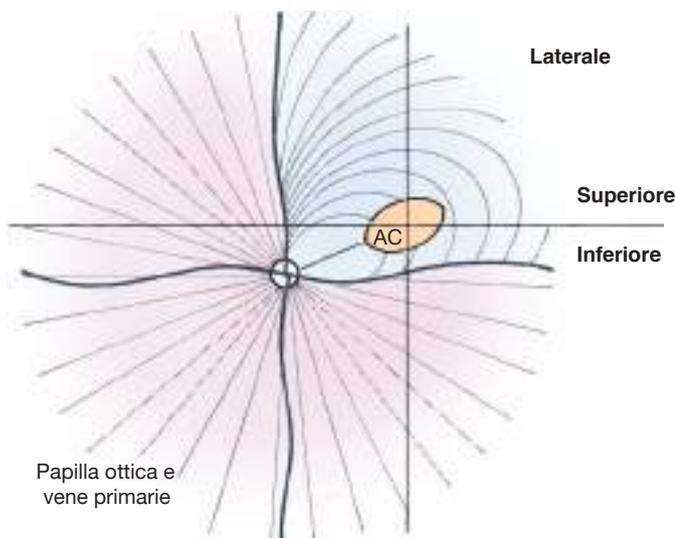


Figura 14.7 Rapporto tra la papilla ottica e l'area centrale (AC) nella retina di un gatto.

pilla ottica può trovarsi nella retina completamente al di sotto del margine inferiore del tappeto lucido. Nelle razze di taglia media è solitamente a metà del margine inferiore del tappeto lucido. Nelle razze di grandi dimensioni può essere interamente sopra l'area del tappeto lucido. Nei gatti, la papilla ottica è piccola, rotonda e sempre sopra l'area del tappeto lucido. Nei cavalli e negli animali da reddito è appena inferiore al margine inferiore del tappeto lucido. Il grado di mielinizzazione della papilla ottica varia tra le specie di animali domestici, essendo più sviluppato nel cane e meno nei bovini. Le dimensioni e la disposizione dei vasi sanguigni sulla papilla ottica variano anche tra le specie e nel cavallo sono meno prominenti e limitate alla periferia della papilla ottica. Alcuni esempi fotografici del fondo di un normale cane, gatto, bovino e cavallo sono forniti nelle Figure dalla 14.8 alla 14.11.



Figura 14.8 Fondo dell'occhio di un cane di taglia media. Notare l'abbondante mielinizzazione della papilla ottica, che si trova al margine inferiore del tappeto lucido coroidale. Notare le vene situate al centro della papilla ottica.

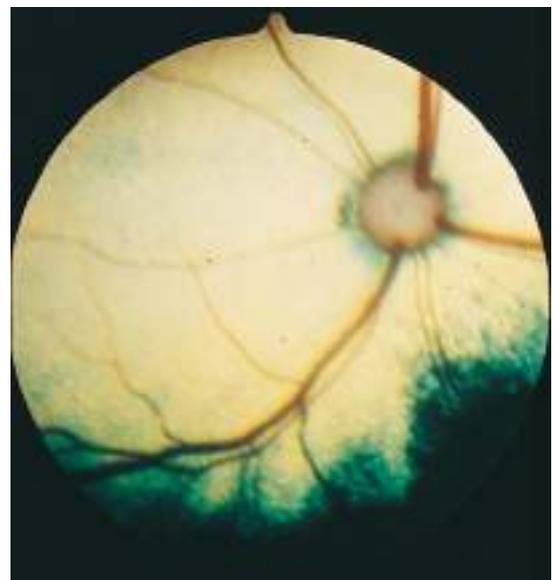


Figura 14.9 Fondo dell'occhio di un gatto con la papilla ottica posizionata sopra l'area del tappeto lucido coroidale. Notare che la papilla ottica è piccola e tutti i vasi sanguigni si trovano a livello del margine della papilla ottica.

Vie visive centrali

NERVO OTTICO

La crescita degli assoni dei neuroni gangliari attraverso il peduncolo ottico embrionale dà origine al nervo ottico.^{120, 121, 135, 151, 199, 208} In realtà, il termine *nervo ottico* è un termine improprio, poiché un nervo è definito come un insieme di assoni neuronali al di fuori del SNC, e mielinizzati dalle cellule di Schwann. Il nervo ottico è, in effetti, un tratto del SNC in base alla sua origine all'interno della coppa ottica, che è un'estensione della porzione rostrale del tubo neurale che dà origine al prosencefalo. Gli assoni nel nervo ottico sono mielinizzati dall'oligodendrogliia e questo nervo contiene astrociti. Forse un termine più accurato per i nervi ottici sarebbe tratti ottici prechiasmatici, ma il termine nervo ottico è così radi-

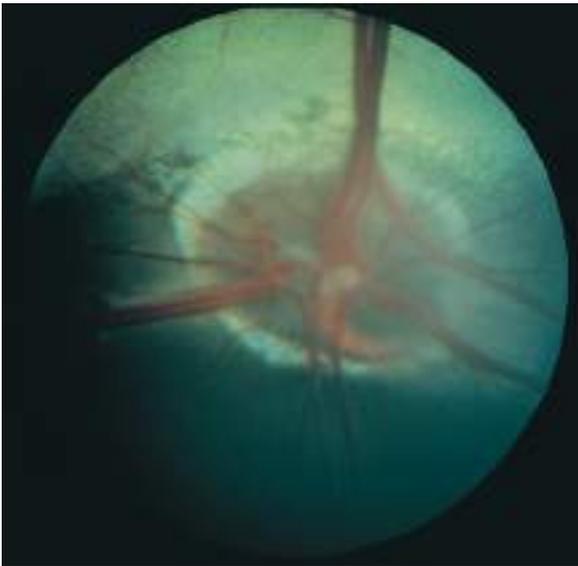


Figura 14.10 Fondo dell'occhio di un bovino. Notare la papilla ottica a livello del margine inferiore del tappeto lucido coroidale con i grandi vasi sanguigni tortuosi e una mielinizzazione minima.

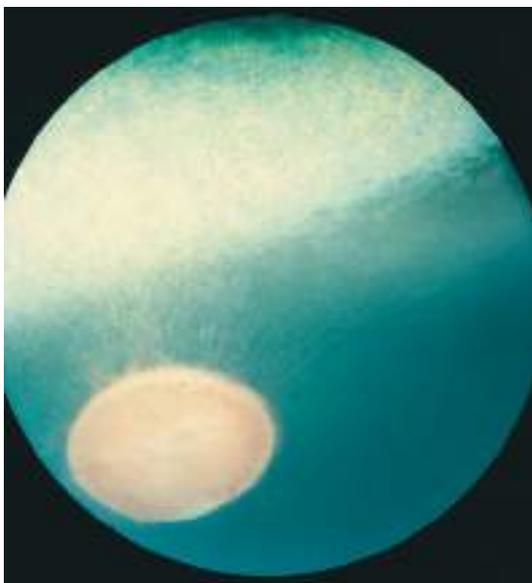


Figura 14.11 Fondo dell'occhio di un cavallo. Notare la papilla ottica prominente appena sotto il margine inferiore del tappeto lucido coroidale (*area nera non tappetale*). Notare i vasi sanguigni molto piccoli situati solo al margine della papilla ottica.

cato nella letteratura che gli Autori continueranno, con riluttanza, ad usarlo in questo libro di testo. Il nervo ottico è circondato da meningi e dallo spazio subaracnoideo. Le estensioni della pia decorrono attraverso il nervo come setti. Questa struttura ha una rilevanza clinica perché il nervo ottico è soggetto a malattie del SNC e non del sistema nervoso periferico. Inoltre, quando il mezzo di contrasto viene iniettato nella cisterna cerebellomidollare (cisterna magna) per la mielografia e la testa viene abbassata per dirigere il contrasto verso la cavità cranica, si ottiene un encefalogramma. Il mezzo di contrasto nello spazio subaracnoideo attorno all'encefalo circonda il nervo ottico dalla fossa cranica media rostralmente alla superficie posteriore del bulbo oculare, formando un tecogramma ottico. Ora, con la risonanza magnetica (RM), il liquido cerebrospinale (LCS) nello spazio subaracnoideo che circonda il nervo ottico può essere identificato su sequenze T2-pesate.

I nervi ottici decorrono caudalmente nell'orbita circondati dalle loro meningi, muscoli extraoculari e periorbita. Essi entrano nella cavità cranica attraverso i canali ottici dell'osso presfenoide, che, nel cavallo, hanno una lunghezza considerevole. I nervi ottici si uniscono al chiasma ottico ventralmente alla faccia rostrale dell'ipotalamo e rostralmente all'ipofisi.

Le malattie che colpiscono i nervi ottici possono essere facilmente apprezzate con la RM. Le sequenze T2-pesate e T1-pesate (dopo somministrazione di mezzo di contrasto paramagnetico) sono particolarmente utili quando vengono acquisite con tecniche di saturazione del grasso. Allo stesso modo, le immagini del piano dorsale parallele al decorso dei nervi ottici possono aiutare con la visualizzazione dell'intero decorso dei nervi ottici. Le immagini sul piano dorsale vengono acquisite utilizzando un angolo da 43 a 45 gradi rispetto alla base del cranio.^{24b, 24c}

CHIASMA E TRATTI OTTICI

A livello del chiasma ottico negli animali domestici, la maggior parte degli assoni in ciascun nervo ottico decussa per entrare nel tratto ottico del lato opposto. Questi assoni sono destinati ad influenzare i lobi occipitali controlaterali degli emisferi cerebrali (Fig. 14.12).^{32, 38, 90, 197} Questa disposizione corrisponde allo sche-

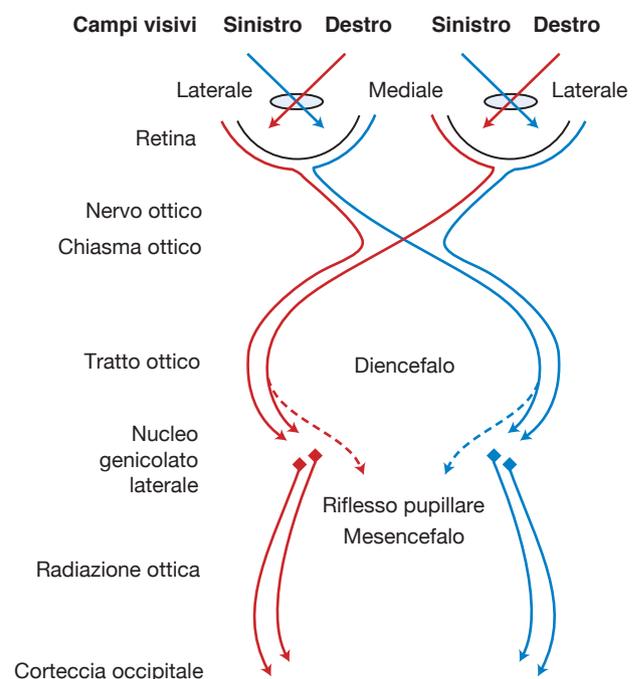


Figura 14.12 Via visiva centrale per la percezione cosciente.