

Grundläggande beskrivning av datortomografi och magnetresonanstomografi på hjärna

I och med bilddiagnostiktemat i Svensk Veterinärtidning nummer 10/2019 inleddes en artikelserie skriven av medarbetare som jobbar eller har jobbat med bilddiagnostik på SLU med Margareta Uhlhorn som huvudansvarig författare. Efter den grundläggande beskrivningen av teknikerna datortomografi och magnetresonanstomografi inom smådjursdiagnostiken i förra numret följer nedan en beskrivning av omständigheter som är viktiga att beakta när indicerad bilddiagnostisk metod för en patient ska bestämmas i samband med olika patologier på hjärna.

FÖRFATTARE:

Anna Straube, leg vet, specialistkompetens i bilddiagnostik hos hund och katt, klinikchef Bilddiagnostiska kliniken på UDS

Intrakraniella förändringar

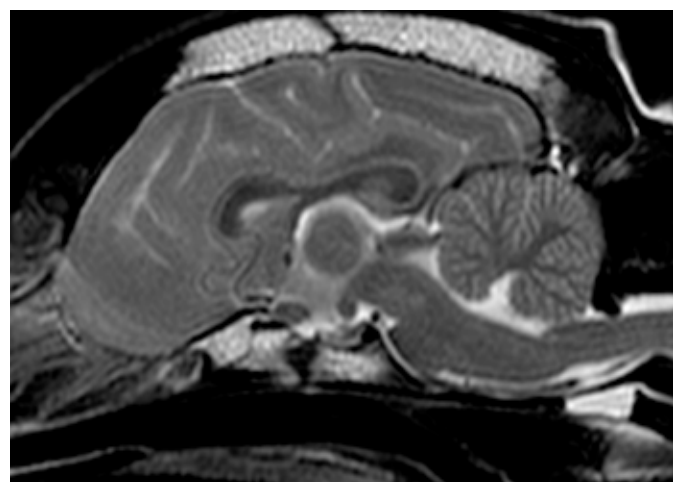
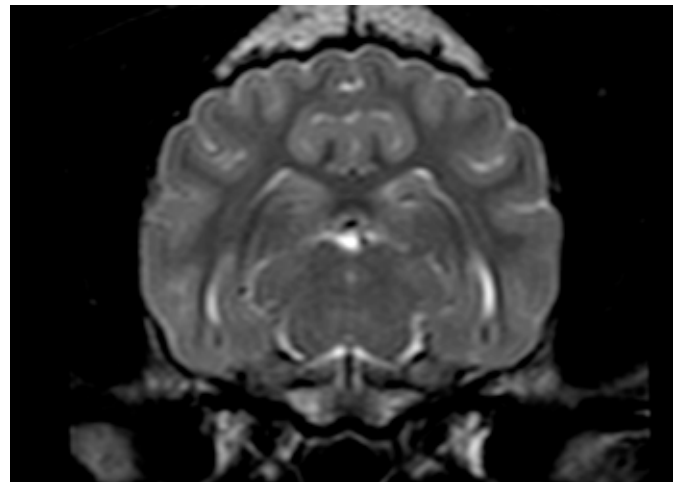
Generellt kan man säga att MRT är överlägset DT på att diagnosticera intrakraniella processer som är associerade med mjukdelarna, det vill säga hjärnan och dess olika komponenter. Detta helt enkelt för att MRT utnyttjar vävnaders unika resonansfrekvenser i olika magnetfält, vilket gör det möjligt att verkligen särskilja olika vävnadstyper och områden i hjärnan. Detta skapar en kontrastrik och detaljerad bild av hjärnan (se Fig. 1).

DT arbetar med röntgenstrålar som absorberas olika mycket i olika vävnader. Då absorptionsförmågan inte skiljer sig speciellt mycket mellan olika mjukdelsvävnader i kroppen blir resultatet en mindre detaljerad bild jämfört med MRT.

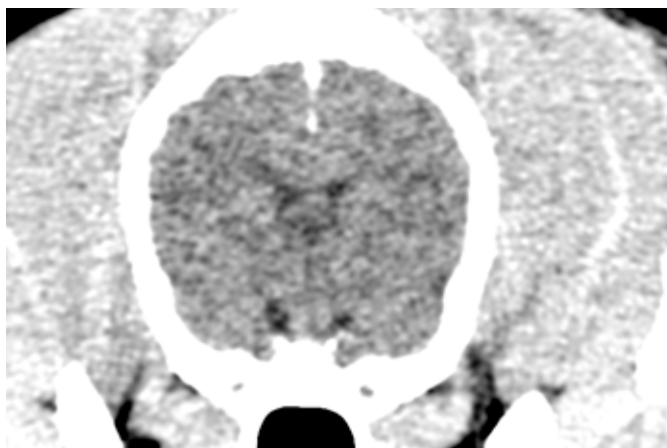
Avgörande är också att hjärnans mjukdelsspektrum är väldigt smalt (innehåller färre gråtoner och mindre skillnad mellan dessa) jämfört med ute i kroppen, till exempel i buken.

Resultatet på DT blir en relativt kornig, heterogen bild där man måste ana ett mönster för att till exempel kunna skilja mellan grå och vit hjärnsubstans (se Fig. 2). Ventriklarna som är fyllda med cerebrospinalvätska (CSF) är dock lätta att känna igen på grund av dess relativt stora skillnader i Hounsfield Units (HU det vill säga enhet för gråtonen) jämfört med hjärnan i övrigt. Att skelettet visualiseras tydligt med DT (i motsats till MRT) kan vara av värde för att se vissa landmärken för strukturer i hjärnan, till exempel sella turcica för hypofysen eller os temporale för vissa av kranialnervernas foramina.

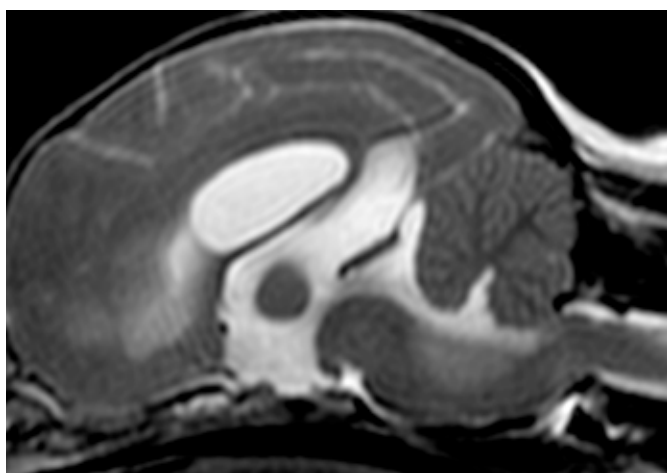
Möjligheten att definiera en avvikelser anatomiska tillhörighet, kvalitet och därmed etiologi/specifika diagnos är avsevärt mindre med DT jämfört med MRT, när det gäller intrakraniella strukturer. Dessa omständigheter är viktiga att alltid betänka och beakta när indicerad bilddiagnostisk metod för en patient ska bestämmas.



Figur 1. Transversal (a) och sagittal (b) MR-bild av normal hundhjärna i T2-sekvens där vätska och fett blir hyperintensa (vita)



Figur 2. Transversal DT-bild av normal hundhjärna där ventriklarna kan anas som hypoattenuerande (mörka) områden.



Figur 3. Transversal (a) och sagittal (b) MR-bild av hundhjärna med hydrocephalus. Ventrikelsystemet ses tydligt dilaterat på bilderna.

Ventrikelsystemet

Ventrikelsystemet är lätt att visualisera och mäta både med DT och MRT. Utmaningen ligger främst i att kunna bedöma den kliniska signifikansen och orsaken till avvikelser i ventriklarna.

Framför allt gäller detta vid ökad ventrikelstorlek. Till exempel kan trycket inne i ventriklarna (kliniskt viktig parameter) inte avläsas enbart med hjälp av storlek. Vid akut obstruktion kan trycket vara kraftigt förhöjt innan storleksändring ses.

Hydrocefalus kan uppstå sekundärt till obstruktion (extra-/intraventrikulär orsak), irritation (inflammation, blödning), ökad CSF-produktion (choroid plexus tumör), ökad storlek sekundärt till minskat hjärnparenkym (hydrocefalus ex vacuo).

MRT har möjligheten att lättare påvisa orsaken till dilatationen, vilket inte DT kan (Fig. 3). I ovanliga fall av choroid plexus-tumör kan troligen DT också fånga upp den masseffekt som blir inne i ventrikeln.

Neoplasi

Primär neoplasi i hjärnan kan påverka och förvränga den normala anatomiska arkitekturen och visar då en masseffekt när lesionen blir tillräckligt stor. Detta gör att visualisering av en större massa är ganska lätt på såväl DT som MRT. Dock är den undre storleken som kan detekteras på MRT mycket mindre jämfört med DT på grund av den sämre/heterogena anatomiska detaljen på DT.

Vissa tumörer har specifika utseenden och associerade sekundärförändringar samt karakteristiskt eller konstant kontrastupptag.

Meningiom är en av de vanligaste hjärntumörerna på både hund och katt vilken har en karakteristisk presentation avseende lokalisering (sammanfaller med meningarnas), form (bred bas) och sekundära tecken på angränsande hyperostos och är vanligen tydligt kontrastförstärkande. Dessa karakteristiska förändringar gör att meningiom kan diagnostiseras både på DT och MRT. Att tumören kontrastförstärker är välkommet i DT där visualiseringen på den korniga bilden underlättas.

Gliom härrör från cellerna som utgör hjärnans stödjevävnad; de utgör ett antal olika celltyper som skyddar nerverna samt förser dem med syre och näring. Eftersom det är olika celltyper resulterar en neoplastisk omvandling i ett varierande, inkonsekvent utseende samt varierande postkontrastutseende på både DT och MRT. Nekros och blödningar i tumören samt omkringliggande sekundärt ödem och blödning kan ytterligare bidra till att ge ett heterogent utseende. Med tanke på den grundläggande heterogeniteten i DT-bilder av hjärnan försvåras detektionen av vissa gliom om det inte är tillräckligt stort för att orsaka masseffekt.

Choroid plexus-tumör är en ovanlig tumör. På grund av lokalisering i eller angränsande till ventrikel och positiv kontrastförstärkning kan den ofta diagnostiseras på både MRT och DT.

Hypofystumör kan vara stor (makro) eller liten (mikro). Makroadenom är oftast lättidentifierade på både DT och MRT på grund av dess specifika lokalisering i sella turcica, masseffekt på angränsande strukturer och karakteristisk positiv kontrastförstärkning (Fig. 4). Mikroadenom kan diagnostiseras med hjälp av dynamisk angiografisk kontraststudie både på MRT och DT.

Metastaser är oftast multifokala, kontrastförstärkande och främst lokaliserade i övergången mellan grå och vit massa. De kan upptäckas både med DT och MRT, men MRT upptäcker mindre lesioner än DT på grund av den bättre kontrastupplösningen.

Inflammation

Encefalit och meningit kan orskas av både infektiösa och icke infektiösa etiologier.

Meningit är oftast kontrastförstärkande vilket tillsammans med den relativt lättolkade anatomiska lokaliseringen gör att det kan diagnostiseras både på MRT och DT (men MRT har bättre sensitivitet). Varken MRT eller DT har dock hundraprocentig sensitivitet för att upptäcka rena meningiter och ska inte ensamt användas för att ställa diagnosen. Klinisk bild, neurologisk undersökning och CSF-prov är viktigare vid ställandet av denna diagnos. MRT kan hjälpa till att utesluta andra viktiga samtidiga patologier.

Vid encefalit råder mer inkonsekvent presentation där olika områden kan vara affekterade och med kontrastförstärkning som varierar. MRT kan oftast detektera och beskriva vilket anatomiskt område som är förändrat. DT är ett trubbigare redskap där risken finns att förändringarna ej detekteras.

Intravenös kontrast hjälper till att tydliggöra diskreta lesioner i nervsystemet som kanske inte kan ses på prekontrastundersökning. Ett positivt kontrastupptag tyder på avbrott i blod-hjärnbarriären eller störning hjärnans kärlförsörjning.

Tyvärr finns det undantag där inflammatoriska förändringar inte kontrastförstärker. Toxoplasmos är ett sådant exempel och det gäller även för vissa fall av granulomatös meningoencefalit.

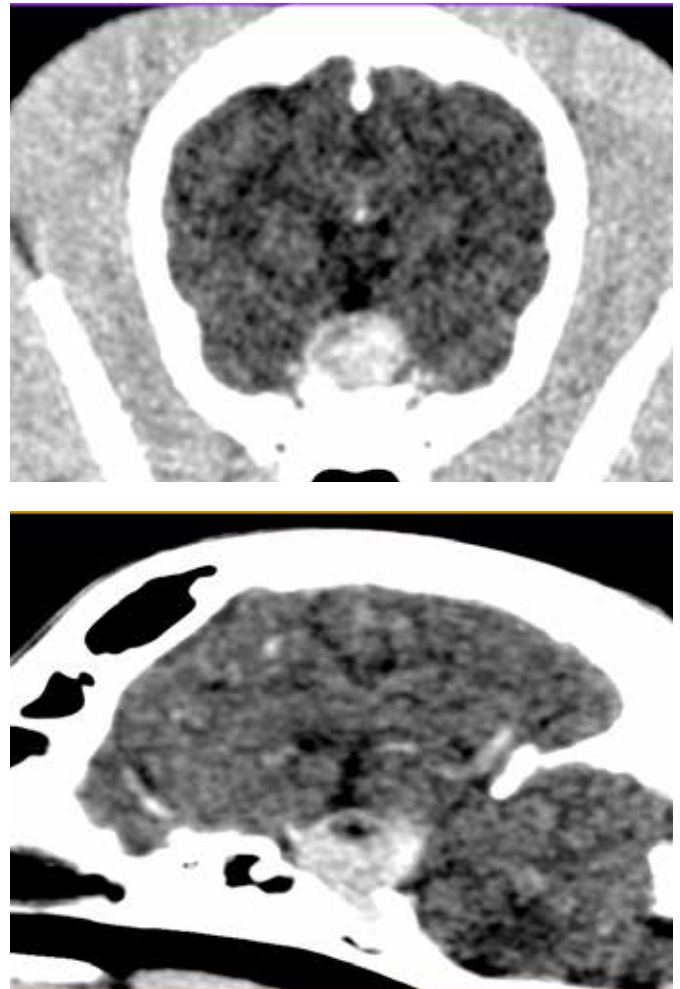
Ibland kan en inflammation eller infektion ha extrakraniell ursprung. Vanligast är att dessa härstammar från näshålan, ögonhålan eller inner- och mellanörat. MRT och DT kan då visualisera tecken på inflammatoriska/infektiösa foci såväl intrakraniellt som extrakraniellt. MRT har återigen högre sensitivitet och specificitet.

I fall av abscessformation ses oftast en kontrastförstärkning i periferin som en ring. Detta karaktärsdrag gör att det oftast kan diagnostiseras på både MRT och DT men även en del tumörer kan ha ett snarlikt utseende och ytterligare diagnostik krävs.

Ödem

Många intrakraniella sjukdomar resulterar i eller är associerade med ödem. Exempel kan vara akut trauma, neoplasi, hypoxi, ischemi, förgiftning etc. Man skiljer på cytotoxiskt, interstitiellt och vasogent ödem, vilket definieras efter orsak och anatomisk lokalisering. Flera ödemtyper kan förekomma samtidigt i samma sjukdomsprocess.

Cytotoxiskt ödem betyder att cellen har fått energibrist av någon anledning och inte klarar av att pumpa ut tillräckligt med natrium, vilket gör att vatten dras in i cellen som sväller. Cytotoxiskt ödem är vanligt vid förgiftning, ischemi och



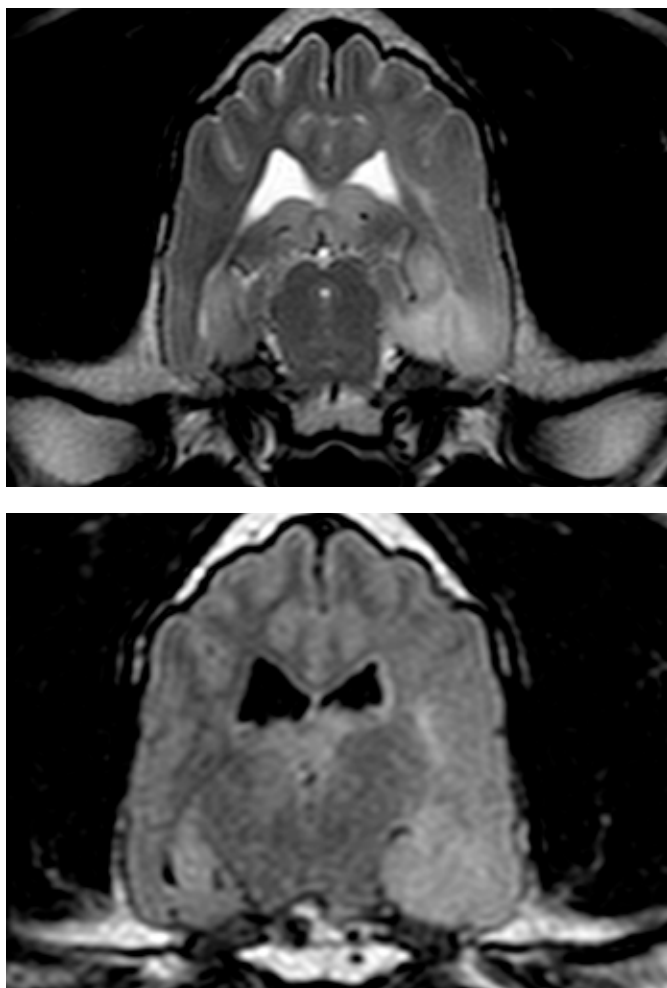
Figur 4. Transversal (a) och sagittal (b) DT-bild av hundhjärna efter kontrast. Hunden har en tydligt kontrastförstärkande (vitt) massa (macroadenom) i hypofysen.

hypoxi och kan ses som hypoattenuerande (mörkare än vanlig hjärnsubstans på DT) områden var som helst. Storleken är avgörande för om det kan detekteras på DT. MRT kan lättare fånga upp denna typ av förändring och har högre sensitivitet och specificitet genom sina olika sekvenser.

Interstitiellt ödem betyder ett ökat utträde av CSF till den periventrikulära vita hjärnsubstansen. Detta kan ske vid ökat intraventrikulärt tryck vid till exempel hydrocefalus. Lokaliseringen hjälper till att skilja det från andra ödemformer. Kan ses både med DT och MRT men måste bli tillräckligt framträdande innan det uppfattas på DT.

Vasogent ödem är den vanligaste formen av ödem vid neoplasier. Neoplasi orsakar en skada i blod-hjärnbarriären. Detta leder till vätskeutträde ur blodkärlen som sprider sig lätt i den välorganiserade vita hjärnsubstansen. Vasogent ödem förekommer också vid ökat intrakraniellt tryck (störning i autoreglering, vaskulär obstruktion, hypertension etc.).

Vid ödem ses ingen kontrastförstärkning vilket försvårar upptäckt. Dock kan ibland primärlesionen vara kontrastförstärkande och underlätta detektering. Dock gäller detsamma som för de flesta andra sjukdomstillstånden i hjärnan att MRT är överlägsen i att påvisa subtila förändringar. DT kan endast upptäcka framträdande, större ödem.



Figur 5. Transversala T2(a) och FLAIR(b) MR-bilder av hundhjärna. I området för framförallt vänster sidas piriform- och temporallober ses hyperintensa (ljusa) förändringar i båda sekvenserna. Området är typiskt drabbat av sekundära ödem i samband med epileptiska anfall men skulle även kunna representera en inflammatorisk process och därför rekommenderas CSF-prov för att säkrare kunna avgöra. I detta fall hade hunden nyligen haft svåra epileptiska anfall och ödem bedömdes mest sannolikt.

Metaboliska encefalopater

Ofta ospecifikt utseende på såväl MRT som DT. Blod- och urinprover samt fynd i andra delar av kroppen är viktiga för att kunna dra sannolika kopplingar till metabolisk intrakraniell lesion.

I de fall då metabolisk förändring ger sekundär ödemformation, ischemi, eller blödning så kan dessa ses på MRT, eventuellt på DT om de är tillräckligt stora och tydliga i densitetsavvikelse.

Akut blödning och trauma

DT är förstahandsvalsundersökning vid kranieellt trauma och vid misstanke om akut intrakraniell blödning under symptomens första 12–24 timmar. DT visar nämligen en specifik tydlig hyperattenuering (vitt) vid akuta blödningar. DT är en snabb undersökning, vilket är ett stort plus för en instabil patient med huvudtrauma och/eller ökat intrakraniellt tryck. DT är dessutom den perfekta modaliteten för att avbilda skelettet, vilket kan ge värdefull information om möjlig fissur/fraktur som kan associera med intrakraniell blödning.

MRT kan däremot med speciella sekvenser påvisa akuta ischemiska infarkter.

Blödningars utseende på MRT varierar över tid, vilket beror på att de paramagnetiska egenskaperna ändras med de olika former som hemoglobinet genomgår över tid, vilket är användbart för diagnos.

Även på DT ändras hematometts attenuering mycket över tid. Efter cirka en vecka börjar hematometts hyperattenuering gradvis att minska. Efter cirka en månad ses antingen ingen avvikelse alls (isoattenuerande) eller så ses ett kvarstående hypoattenuerande område. Positiv kontrastförstärkning kan ses som en perifer zon kring hematomet mellan omkring sex dagar och sex veckor, vilket beror på revaskularisering.

Krampanfall/epilepsi

Epilepsi ger ibland förändringar som kan visualiseras på främst MRT (Fig. 5). Det finns olika teorier om etiologin på förändringarna – en del pratar om cytotoxiska ödem medan andra pratar om postictal hyperperfusion och därmed vasogena ödem. Dessa kan vara bestående eller resorberas en tid efter krampanfall. Lesionerna är oftast diffusa och små, vilket gör att de inte är så sannolika att detektera med DT.

Undantaget är om primärsaken till kramperna är en stor massa, vilken då också skulle kunna upptäckas på DT. MRT eller DT ska inte användas för att ställa diagnosen idiopatisk epilepsi. De används vid behov för att utesluta andra orsaker till epileptiforma kramper.

Mellan-/inneröra

N. fascialis, n. vestibularis och n. trigeminus tillsammans med andra nerver kan påverkas vid sjukdomsprocess i inner- och mellanöra.

MRT är helt överlägsen DT i att visualisera mjukdelarna i mellan- och inneröra samt hjärnstammen där nuclei från ovan nämnda nerver finns.

Lesioner i hjärnstammen är bäst att upptäcka med MRT på grund av att DT har komplikation med "streak"-artefakter från skallbenet i detta område samt att strukturerna är små och omöjliga att separera på DT.

Kranialnervsassocierad patologi

Kranialnervsrelaterade frågeställningar indicerar MRT-undersökning. DT har inte förmågan att avbilda kranialnerverna som separata strukturer, de är för små och har inte tillräckligt med avvikande kontrast för att kunna separeras tillfredsställande från angränsande vävnad. Om lesioner är tillräckligt stora och kontrastförstärker eller orsakar en förstoring eller destruktion av kranialnervsforamina i skallbenet så finns chansen att DT kan detektera en förändring och indirekt diagnosticera kranialnervspatologi. MRT kan i vissa fall påvisa onormalt utseende eller kontrastförstärkning av kranialnerv, men här finns också en betydande normalvariation och neuriter kan i många fall vara svårdiagnostiserad även på MRT. Sekundär atrofi av specifika muskelgrupper i huvudet kan också ge indirekt information om kranialnervspatologi.